

contenido

EDITORIAL	3
-----------------	---

BASES	4
-------------	---

REPORTES DE INVESTIGACIÓN

Biomateriales cerámicos: Una alternativa práctica en lesiones del tejido óseo Martín A. Encinas Romero, Felipe F. Castellón B., Salvador Aguayo S.	5
Un nuevo modelo de la molécula de hidrógeno Raúl Pérez Enríquez	10
La radiación ionizante y el trasplante perfecto Karla Santa Cruz, Rodrigo Melendrez, Beatriz Castañeda, Marcelino Barboza, Martín Pedroza.....	16
El manejo adecuado del agua y la prevención de enfermedades de origen hídrico Salvador Ponce Serrano, Gonzalo Robles Monteverde.....	22
Aguas residuales: Situación actual de la ciudad de Hermosillo, Sonora Dagoberto Burgos Flores.....	27

DESDE LA ACADEMIA

XXX Aniversario del Departamento de Investigación en Física en la UNISON Julio César Saucedo Morales.....	34
La importancia de la metrología: Vinculación con la industria en Sonora Martín Chávez Morales.....	40
Jardines desérticos: Un reencuentro con nuestra identidad regional José Jesús Sánchez Escalante.....	46

POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Reunión nacional de vinculación: Hacia una red nacional Rafael Pacheco Rodríguez, Sandra M. Gómez Cuadras....	50
Programa integral para el rescate del Río Mayo: Una experiencia ¿exitosa? Julio César Duarte Ruiz.....	55
Información climática en tiempo real: <i>www.climauson.com</i>. Manuel de Jesús Sortillón Valenzuela.....	60
La energía nuclear ¿otra vez? Emiliano Salinas Covarrubias.....	64

CTS-EPISTEMUS

Primer observatorio virtual solar en México Alfredo Santillán, Lilliana Hernández, Alejandro González.....	68
Foro educación y cultura del agua en Sonora Rafael Pacheco Rodríguez, Isela Samaniego R.	71
Breviarios de ciencia Emiliano Salinas Covarrubias.....	75
Ciencia ficción: La luciernaga amarilla Ricardo Rodríguez Mijangos.....	77



UNIVERSIDAD DE SONORA

Dr. Pedro Ortega Romero
Rector

Dr. Enrique Velásquez Contreras
Secretario General Académico

M.C. Arturo Ojeda de la Cruz
Secretario General Administrativo

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde
Vicerrector Unidad Regional Centro

DIRECCIÓN GENERAL

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería

M.C. Miguel Ángel Moreno Nuñez
Director de la División de Ciencias Exactas y Naturales

Dr. Samuel Galavíz Moreno
Director de la División de Ciencias Biológicas y
de la Salud

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Manuel Pérez Tello

Dr. Raúl Pérez Salas

Fis. Emiliano Salinas Covarrubias

M.C. Ma. de los Ángeles Navarrete Hinojosa

Dr. Ricardo Rodríguez Mijangos

CORRECCIÓN DE ESTILO

Lic. Hortencia Orozco Estebané

Bufete de Corrección de Estilo del Departamento
de Letras y Lingüística, Unison

DISEÑO

L.D.G. Brenda Guerrero Zerón

IMPRESIÓN

COLOR EXPRESS DE MÉXICO, S.A. de C.V.

12 de octubre No.130

Colonia San Benito

Hermosillo, Sonora, México.

EPISTEMUS

©Universidad de Sonora

EPISTEMUS, es una publicación semestral de divulgación, de las Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud, con un tiraje de 1000 ejemplares.

Puede consultar la versión electrónica en la página web de la Universidad de Sonora www.uson.mx, o en las Divisiones respectivas.

Para envío de correspondencia y comentarios:

Revista Epistemus

Bvd. Luis Encinas y Rosales

Colonia Centro

C.P. 83000

Hermosillo, Sonora, México

Atn. Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

pacheco@correom.uson.mx

Teléfono (016622)259-21-57



editorial

La ciencia y la tecnología están cada vez más presentes en nuestras vidas. El desarrollo vertiginoso de las especialidades científicas y tecnológicas en los últimos decenios ha sido impresionante tan es así, que la mente humana difícilmente alcanza a comprender el cúmulo de descubrimientos. Pese a ésto, nos encontramos ante la paradoja de una sociedad cada vez más tecnificada y con una mayor dependencia científica, pero también más ignorante en estas disciplinas. Es aquí donde la divulgación científica cobra relevancia, pues constituye la herramienta mediante la cual la sociedad puede tener acceso a la información del conocimiento nuevo el cual, vale la pena remarcarlo, se genera en un 95% en la universidades públicas en México, cumpliendo así con su cometido social de promover la cultura y los servicios. La revista EPISTEMUS aporta su mejor esfuerzo para lograr que los ciudadanos obtengan una actitud crítica y concienzuda de la ciencia y la tecnología.

En esta tercera edición se incluyen temas de interés para la salud, pues se refuerza la importancia de la investigación básica y su aplicaciones como lo demuestra el artículo sobre radiación iónica para la cura de algunas enfermedades; lo mismo sucede con el uso de biomateriales para reconstruir el sistema óseo para una vida mas digna. Por otra parte, en el noroeste del país es necesario impulsar proyectos estratégicos de apoyo a la industria, por lo que se creó recientemente el Centro de Metrología de la Universidad de Sonora, lo que permitirá a las empresas ser más competitivas. En lo que se refiere al medio ambiente se plantea la necesidad de rescatar el paisaje original de nuestra región, así como crear iniciativas públicas para el impulso de proyectos para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales como el agua y el medio ambiente. Una fecha importante para la investigación en física de nuestra universidad es el XXX Aniversario del Departamento de Investigación en Física (DIFUS) por lo que se expone en forma resumida su historia, sus proyectos y planta académica que lo ha hecho posible. Un evento trascendente fue el Foro Estatal de Educación y Cultura del Agua el cual dio lugar a la creación de la Red Estatal, pues participaron varios sectores del Estado de Sonora. Como una aportación de EPISTEMUS a otras universidades del país, se incluye la memoria de los acuerdos emanados de la Reunión Nacional de Vinculación convocada por la ANUIES la cual tuvo lugar el mes de julio de 2007 en Boca del Río, Veracruz la cual marca los lineamientos para la constitución de la Red Nacional de Vinculación.

Esperamos que esta edición sea de su interés.

Comité editorial

La ciencia y la tecnología son consideradas pilares fundamentales sobre los que se sustenta el desarrollo de un país, por lo que es importante fortalecer el enlace entre los que generan el conocimiento y los beneficiados de ello: la sociedad. Uno de los aspectos que distinguen a la Universidad de Sonora, es la generación de conocimiento nuevo a través de proyectos de investigación científica y tecnológica sin embargo, muy poco conoce la sociedad de estos logros o avances. Por ello, las Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud crean la revista *Epistemos* la cual constituye un medio de comunicación para dar a conocer en forma comprensible las investigaciones realizadas, proyectos, programas académicos y de vinculación de las tres divisiones.

OBJETIVO DE LA REVISTA

Promover una cultura científica, tecnológica y de la salud de la sociedad, así como fortalecer la vinculación entre la Universidad de Sonora con los diversos sectores de la sociedad.

ÁREAS GENERALES DE CONOCIMIENTO

- Ingenierías: materiales, metalurgia, civil, minas, industrial, ambiental, hidráulica, sistemas de información.
- Ciencias exactas y naturales: geología, física, matemáticas.
- Ciencias biológicas y de la salud: investigación en alimentos, desarrollo regional, acuicultura, medicina, biología, agricultura.

DIRIGIDA A

Los sectores relacionados con la educación, la investigación, empresarios, dependencias gubernamentales, estudiantes de nivel medio superior y superior, y a la sociedad en general.

ENFOQUE DE LOS ARTÍCULOS

- Los artículos reflejarán lo más trascendente de la producción académica y, sobre todo, de los proyectos que permitan reflejar la calidad en ciencia y tecnología y sociedad que se produce en nuestra universidad y en particular de las tres Divisiones.
- Los artículos deberán mencionar la trascendencia de lo expuesto su impacto en la solución de problemáticas específicas de la sociedad, del sector productivo, del educativo, entre otros.
- Se incluirán artículos que integren y reflexionen en torno a la ciencia, tecnología y sociedad que aporten elementos precisos que permitan profundizar en el análisis y proponer esquemas de colaboración entre los que producen el conocimiento y los beneficiarios o usuarios potenciales. El

lenguaje escrito debe ser de divulgación, comprensible para un público no especializado de nivel bachillerato, empresarios y profesionistas de otras especialidades.

ARBITRAJE

En todos los casos los artículos serán arbitrados por pares académicos. Se procurará que el lenguaje y el significado de lo expuesto no pierda la idea original al tratarlos como artículos de divulgación, para ello se contará con el apoyo de académicos expertos en divulgación científica.

CARACTERÍSTICA DE LOS ARTÍCULOS

- La extensión de los artículos será mínimo de 4 hojas y máxima de 10, con figuras y fotos.
- Incluir fotos y gráficos de buena resolución, por separado en formato JPEG.
- Utilizar tipo de letra arial de 12 puntos a doble espacio.
- Incluir la referencia bibliográfica al final señalando con un número en paréntesis la referencia en el texto.
- Incluir un resumen de media cuartilla así como los datos curriculares de los autores, especificando el nombre, adscripción y correo electrónico.

CONTENIDO DE LA REVISTA

Artículos de proyectos, reseñas, ensayos, información de interés, noticias de interés, eventos relevantes, convocatorias, etc.

FECHAS PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS DEL TERCER NÚMERO

- Fecha límite de entrega con el responsable de la División: 28 de marzo de 2008
- Revisión, arbitraje y corrección: del 30 de marzo al 31 de mayo de 2008
- Diseño e impresión: del 1o. de mayo al 15 de mayo de 2008

DIRECCIÓN GENERAL DE LA REVISTA

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería.

M.C. Miguel Ángel Moreno Nuñez
Director de la División de Ciencias. Exactas y Naturales.
Dr. Samuel Galavíz Moreno

Director de la División de Ciencias. Biológicas y de la Salud

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

BIOMATERIALES CERÁMICOS: UNA ALTERNATIVA PRÁCTICA EN LESIONES DEL TEJIDO ÓSEO

El hueso es el único tejido del organismo que al ser dañado es capaz de regenerarse por medio de la creación de un tejido exactamente igual al original. De esta manera, cuando el hueso presenta lesiones, de inmediato se ponen en marcha los mecanismos osteoformadores, con la finalidad de restaurar el tejido óseo dañado. Habitualmente, la dinámica del hueso es suficiente para reconstruir los defectos comunes, sin embargo, en el caso de pérdidas mayores, se hace necesario recurrir a sustitutos óseos para obtener la reparación. El mejor sustituto óseo es el hueso mismo, ya sea proveniente del propio paciente, o bien obtenido de un donante. Sin embargo, cuando esto no es posible, debe utilizarse materiales de implante denominados “biomateriales”, con el objetivo de aumentar o sustituir al tejido óseo lesionado. Dentro del campo de los biomateriales, los biocerámicos ocupan un lugar importante como materiales sustitutos de tejidos duros, ya que poseen una buena biocompatibilidad y oseointegración, además, son los materiales más parecidos al componente mineral del hueso, por lo que sus expectativas de aplicación son muy amplias.

MARTÍN ANTONIO ENCINAS ROMERO, SALVADOR AGUAYO
SALINAS Y FELIPE FRANCISCO CASTILLÓN BARRAZA

M.C. MARTÍN ANTONIO ENCINAS ROMERO,
DR. SALVADOR AGUAYO SALINAS
maencinas@iq.uson.mx, saguayo@iq.uson.mx
Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.
Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
DR. FELIPE FRANCISCO CASTILLÓN BARRAZA
Centro de Ciencias de la Materia Condensada.
Universidad Nacional Autónoma de México.
Ensenada B.C., México
castillo@ccmc.unam.mx

EL TEJIDO ÓSEO

El hueso es un tejido conjuntivo especializado, cuya composición, organización y dinámica le permiten aportar una función mecánica de sostén y participar en la estabilización mineral del organismo. Está conformado por una matriz mineralizada que incluye distintos tipos de células, lo que le confiere una gran dureza y resistencia. Es el único tejido del organismo que al ser dañado es capaz de regenerarse por medio de la creación de un tejido exactamente igual al original. De esta manera, cuando el hueso presenta lesiones, ya sea por fracturas u otros defectos, se ponen en marcha de inmediato los mecanismos encargados de la formación de tejido óseo, con la finalidad de restaurarlo en el lugar de la lesión.⁽¹⁾ Habitualmente, la dinámica del hueso es suficiente para reconstruir los defectos comunes, sin embargo, en el caso de pérdidas mayores se hace necesario recurrir al aporte de sustitutos óseos para la reparación.

SUSTITUTOS ÓSEOS

El mejor sustituto óseo es el hueso mismo, ya sea proveniente del propio paciente, como en el caso del autoinjerto óseo, o bien, obtenido de un donante, como cuando se emplea un aloinjerto óseo. Sin embargo, cuando esto no es posible, debe utilizarse materiales de implante denominados “biomateriales”, con el objetivo de aumentar o sustituir al tejido óseo dañado.⁽²⁾

¿QUÉ SON LOS BIOMATERIALES?

Un biomaterial es una sustancia diseñada para ser implantada o incorporada dentro de un sistema vivo. Los biomateriales se implantan con el objeto de reemplazar y/o restaurar tejidos vivos y sus funciones, lo que implica que estén expuestos de modo temporal o permanente a fluidos corporales.

Un biomaterial debe cumplir con los requisitos siguientes: ser biocompatible, es decir, debe ser aceptado por el organismo, no provocar que éste desarrolle sistemas de rechazo ante su presencia, no ser tóxico ni carcinógeno, ser químicamente estable e inerte, tener una resistencia mecánica adecuada, tener densidad y peso adecuados, tener un diseño de ingeniería adecuado, es decir, el tamaño y la forma del implante deben ser los apropiados, ser relativamente barato, reproducible y fácil de procesar, para hacer eficiente su producción en gran escala.⁽³⁾

Existen cuatro grupos de materiales sintéticos usados para implantación ósea: metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos.

1. El primer requisito para la utilización de *biomateriales metálicos* es que sean tolerados por el organismo, por lo que es muy importante la dosis que puedan aportar a los tejidos vivos. Asimismo, es necesario que tengan una buena resistencia a la corrosión al estar inmersos en fluidos fisiológicos a temperaturas del orden de 37°C. Los metales se utilizan con éxito, en particular, cuando es necesario soportar carga, como ocurre en las prótesis de cadera, en donde se utilizan aleaciones de Co-Cr y Ti-Al-V. Pese a los problemas que puedan originar, hasta hoy no tienen sustitutos en implantes que deban soportar grandes esfuerzos mecánicos.

2. Los *biomateriales poliméricos*, ampliamente utilizados en implantes, deben su éxito a las enormes posibilidades que presentan, tanto en variedad de compuestos, así como en la posibilidad de fabricarlos de distintas maneras, con características bien definidas, y con la facilidad de conformarlos en fibras, tejidos, películas y bloques. Se pueden encontrar tanto formulaciones naturales como sintéticas, bioestables, esto es, con carácter permanente y biodegradables, con carácter temporal. Entre estos materiales tienen particular importancia los cementos óseos acrílicos, debido a su fácil aplicación y rápida polimerización. Sin embargo, presentan desventajas, tales como toxicidad en tejidos celulares próximos al implante producida por el calor generado durante la polimerización, además, la contracción que sufren una vez endurecidos, origina movimiento de la prótesis fijada y, frecuentemente, conduce a problemas de ruptura y/o desgaste.⁽⁴⁾ Sin embargo, pese a estos problemas, su utilización es prácticamente insustituible.

3. Los *cerámicos* pueden definirse como materiales inorgánicos no-metálicos, típicamente cristalinos y formados por la unión de elementos metálicos y no metálicos. Cuando estos materiales son biocompatibles se denominan *biocerámicos*. Estos se clasifican en: a) *bioinertes*, que son materiales que no interactúan con los sistemas biológicos, como la alúmina (Al_2O_3) y la zirconia (ZrO_2), b) *bioactivos*, que son materiales que pueden interactuar superficialmente enlazándose con los tejidos óseos próximos, cuyo mecanismo de unión deriva de una secuencia de reacciones entre el material y el medio fisiológico, con formación de una capa de material nuevo, como en el caso de la hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Por tal razón la bioactividad se define como la capacidad de un material para inducir, estimular, provocar o modular una acción biológica definida en el tejido receptor. Así, un material bioactivo es aquel que posibilita una respuesta biológica específica en su interfase con los tejidos, favoreciendo el enlace de ambos. Y c) *biodegradables*, que son solubles y reabsorbibles, lo cual les permite la posibilidad de permanecer el tiempo suficiente en el organismo, interactuando con el sistema biológico, mientras el defecto se corrige, como los α y β -tricalcio fosfatos ($\text{Ca}_3\text{O}(\text{PO}_4)_2$) y el tetra calcio fosfato ($\text{Ca}_4\text{O}(\text{PO}_4)_2$).

Se conocen como *materiales compuestos o compósitos* a aquellos que son una combinación de dos o más materiales (conocidos como fases) que se diferencian en función, forma o composición a escala macroscópica. Las fases mantienen sus identidades, es decir, no se disuelven o se mezclan completamente. Tanto los biomateriales cerámicos como los poliméricos pueden combinarse para constituir materiales compuestos, los que permiten la obtención de implantes que reúnen las mejores características biológicas y mecánicas de los materiales originales para su empleo como sustitutos óseos ventajosos.

VENTAJAS Y LIMITACIONES EN EL USO DE BIOCERÁMICOS

El hueso es un compósito natural en donde la unión de pequeños cristales de hidroxiapatita, fase mineral con la que soporta las cargas mecánicas, es reforzada efectivamente por fibras de colágeno orgánico, lo cual le proporciona flexibilidad y movimiento. Debido a esto, se han intentado preparar materiales compuestos similares mediante diversos procesos, con el fin de incorporar a la matriz de hidroxiapatita una fase de refuerzo que le permita aumentar sus propiedades mecánicas sin el deterioro de sus propiedades biológicas. Sin embargo, algunas de estas combinaciones han resultado en mezclas menos bioactivas e inclusive de menor biocompatibilidad.

La hidroxiapatita es el componente mineral predominante de los huesos de los vertebrados, así como del esmalte dentario. Su utilización en aplicaciones clínicas es de gran relevancia, debido a que es el cerámico de fosfato de calcio químicamente más parecido a los cristales de las apatitas biológicas. Sin embargo, la hidroxiapatita sintética presenta propiedades mecánicas pobres, es quebradiza y relativamente débil comparada con los implantes tradicionales, de tal forma que su aplicación en situaciones con requerimientos de soporte de carga, se ha destinado sólo a recubrir a otros materiales con propiedades mecánicas más resistentes.

Uno de los materiales cerámicos de refuerzo más importantes es la wollastonita, un silicato de calcio que se encuentra en forma natural con fórmula molecular CaSiO_3 . La wollastonita es única entre los minerales no metálicos por su combinación de color blanco, forma cristalina acicular (en forma de agujas) y pH alcalino, Figura 1. Asimismo, varios trabajos de investigación han evidenciado las características bioactivas y biocompatibles de este material, colocándolo a la vanguardia con el resto de los materiales biocerámicos, con potenciales aplicaciones como biomaterial de refuerzo o recubrimiento.

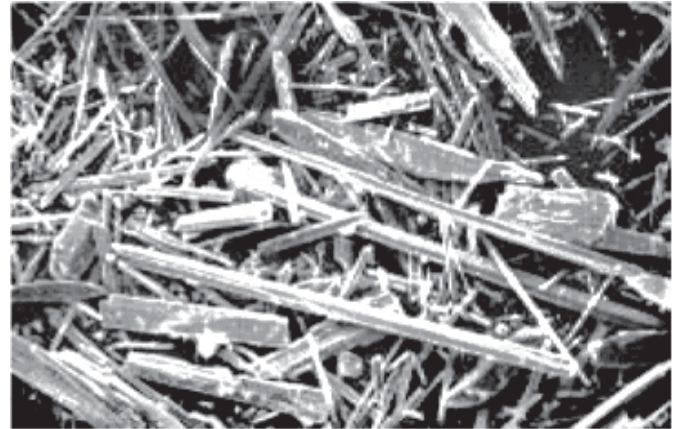


Figura 1. Imagen de una muestra de wollastonita mostrando su forma de agujas.

Por otro lado, la wollastonita natural representa un mineral de gran importancia regional en el Estado de Sonora, ya que en Hermosillo se localiza el depósito “Pilares”, en donde se obtiene wollastonita de alta pureza, la cual puede ser usada directamente como fase de refuerzo en la formulación de diversos materiales compuestos.

PRINCIPALES APLICACIONES DE LOS BIOCERÁMICOS DE FOSFATOS DE CALCIO

Actualmente, las cerámicas de fosfatos de calcio se emplean como implantes porosos, gránulos o polvos para el relleno de cavidades óseas en áreas sin soporte de carga, como pequeños implantes densos en el oído medio, recubrimiento sobre implantes metálicos y como fase bioactiva en materiales compuestos. Las presentaciones de estos materiales se adaptan a las necesidades propias de la cirugía ortopédica, generalmente son en forma de bloques o gránulos como los observados en la figura 2.

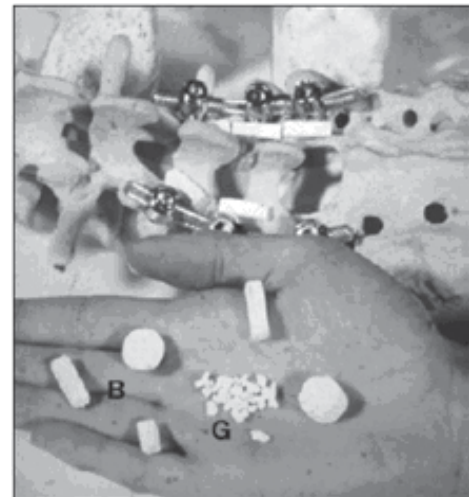


Figura 2. Diferentes presentaciones de materiales de fosfato de calcio: (B) Bloques y (G) gránulos.

La hidroxiapatita es uno de los biocerámicos más utilizados como implante óseo y como recubrimiento de metales bioinertes para mejorar su biocompatibilidad. Anteriormente sólo se usaba hidroxiapatita no porosa para la sustitución parcial de huesos, sin la posibilidad de crecimiento de estructuras dentro del mismo. En los últimos años, el desarrollo y uso de estas estructuras porosas, figura 3, ha dado un gran giro en el área de implantes óseos para permitir así la remodelación y reparación fisiológica del hueso. Sus aplicaciones incluyen implantes dentales, sistemas percutáneos, tratamientos periodontales, aumento de la cresta alveolar, ortopedia, cirugía maxilofacial, otorrinolaringología, cirugía plástica y cirugía espinal. ⁽⁵⁾

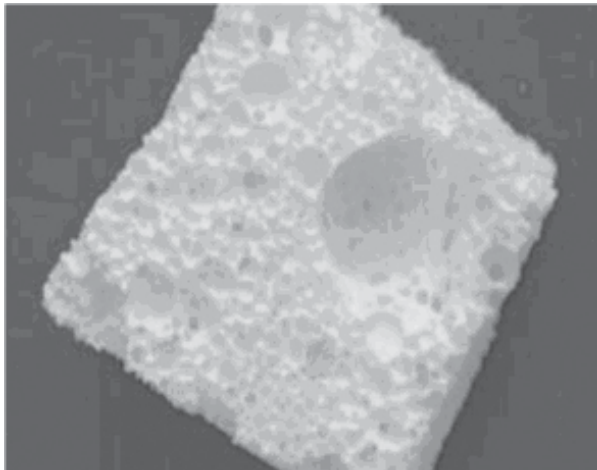


Figura 3. (A) Imagen en Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de Hidroxiapatita porosa.

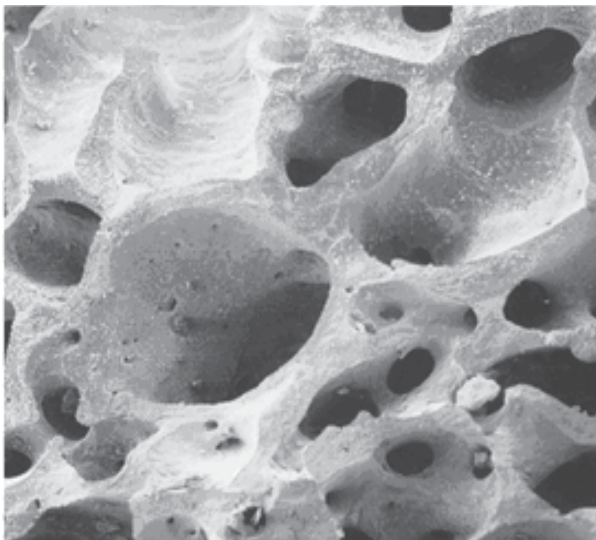


Figura 3. (B) Material poroso de hidroxiapatita

DESARROLLO DE BIOCERÁMICOS EN LA UNISON

Un grupo interdisciplinario de investigadores del DIQyM y del DIFUS, en colaboración con investigadores del CFATA-UNAM, así como del CCMC-UNAM, desarrollan el proyecto “Síntesis y Caracterización de Compósitos de Hidroxiapatita-Wollastonita”, para evaluar la síntesis de un material compuesto de hidroxiapatita reforzado con fibras de wollastonita natural de alta pureza, (NYCO, NYAD[®] M325) producida en el Estado de Sonora, con el fin de proponer un nuevo material con la proporción adecuada de hidroxiapatita y wollastonita, que ofrezca una buena conjugación de propiedades mecánicas y bioactivas, que le permita tener posibilidades de ser utilizado como biocerámico compuesto, para sustitución y/o regeneración en lesiones del tejido óseo.

Estos materiales compuestos de hidroxiapatita-wollastonita han sido sintetizados mediante la técnica sol-gel seguido de tratamientos térmicos moderados y lavados ácidos suaves. Mediante un proceso sencillo y utilizando sustancias relativamente baratas para la producción de hidroxiapatita e incorporando wollastonita como fase de refuerzo en diferentes proporciones. Los productos obtenidos muestran materiales con una distribución homogénea de ambas fases como se muestra en la figura 4.

El análisis de propiedades mecánicas tales como dureza y módulo de elasticidad de los materiales, muestra un mejor comportamiento con la adición de fibras de wollastonita a la hidroxiapatita. Asimismo, la interacción de estos materiales con un fluido fisiológico simulado, con el contenido aproximado de las sustancias presentes en el plasma sanguíneo, simulando el comportamiento del material una vez implantado en el organismo, da lugar a la formación de un fosfato de calcio sobre sus superficies, aparentemente hidroxiapatita carbonatada, un material biológicamente activo similar al del tejido óseo, con lo cual se asegura la completa integración de este material sintético al tejido óseo vivo.

CONCLUSIONES

Actualmente, una gran diversidad de biomateriales se encuentran en aplicación clínica y otros más a nivel de investigación, para lograr superar las deficiencias que presentan los materiales de implante tradicionales. Dentro del campo de los biomateriales los biocerámicos y específicamente los cerámicos de fosfatos de calcio ocupan un lugar importante como materiales sustitutos de tejidos duros, ya que poseen una buena biocompatibilidad y oseointegración, además, son los materiales más parecidos al componente mineral del hueso, por lo que sus expectativas de aplicación son muy amplias.

La hidroxiapatita es uno de los fosfatos de calcio de mayor interés en aplicaciones biomédicas, debido a la similitud de este compuesto con el componente principal de la fase inorgánica del material que componen los huesos. Por tal razón, se han desarrollado numerosas técnicas para su síntesis, destacando entre ellas el método sol-gel, comouna de las rutas más ventajosas.

Sin embargo, la utilización de estos materiales como implantes óseos en zonas con altos requerimientos mecánicos, sigue siendo una problemática hasta nuestros días. La posibilidad de utilizar wollastonita natural como material de refuerzo, conjugado con sus reconocidas propiedades bioactivas, ponen a este material a la vanguardia como uno de los materiales más adecuados para la formulación de biocompósitos cerámicos, los cuales puedan ser utilizados como materiales de implante en lesiones del tejido óseo en general.

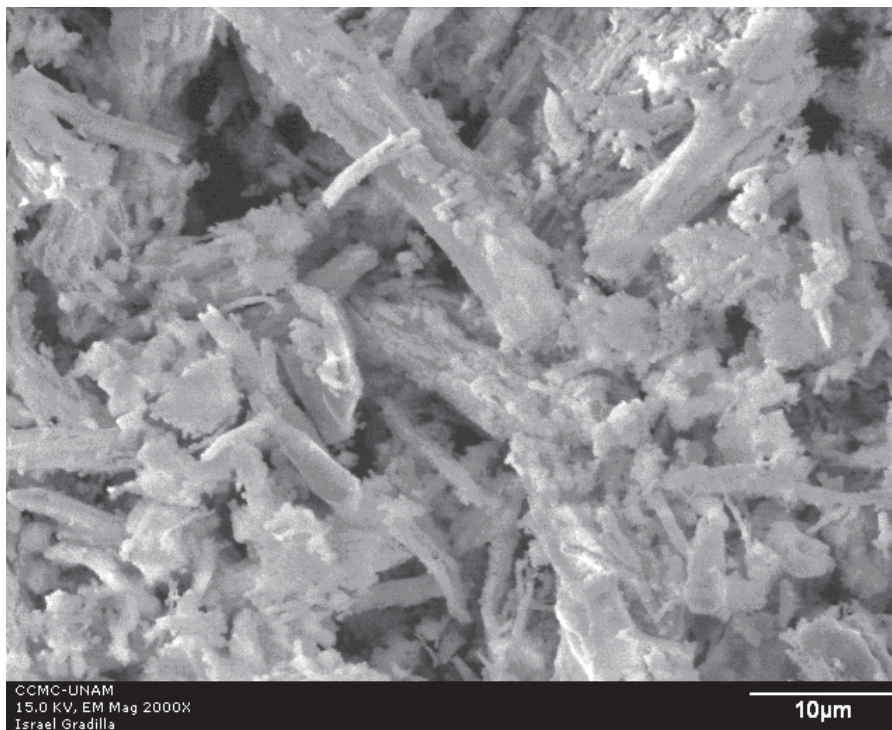
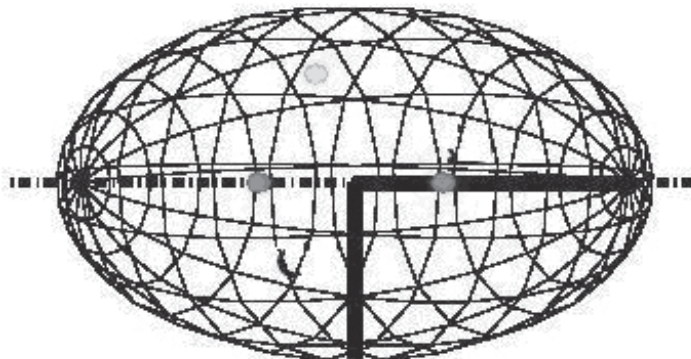


Figura 4. Imagen en Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de un Material Compuesto con 50%w de Hidroxiapatita y 50% w de Wollastonita.

BIBLIOGRAFÍA

- (1)G. BOURNE, The biochemistry and physiology of bone. 1972, New York: Academic Press.
- (2)L. L. HENCH, Biomaterials: a forecast for the future. *Biomaterials*, 1998, 19, 1419–1423.
- (3)J. E. LEMONS, Ceramics: past, present, and future. *Bone*, 1996, 19, [1] 121-128.
- (4)M. VALLET-REGÍ, Ceramics for medical applications. *J. Chem. Soc., Dalton Trans.*, 2001, 2, 97–108.
- (5)L. L. HENCH, Bioceramics. *J. Am. Ceram. Soc.*, 1998, 81, [7] 1705–28.



EL NUEVO MODELO DE LA MOLÉCULA DE HIDRÓGENO: USANDO EL ISOELECTRONIUM DE SANTILLI-SHILLADY

RAÚL PÉREZ ENRÍQUEZ Y JOSÉ LUÍS MARÍN FLORES

La molécula de hidrógeno es el compuesto más sencillo en la naturaleza, después de ión molecular. Formada por dos protones y dos electrones, esta molécula ha permitido realizar el estudio de muchos procesos físicos pero su total comprensión está aun por llegar. En este reporte se destaca su renovada importancia debida a su utilización como energético, pero, sobre todo, se presenta enmarcada en sus antecedentes históricos, la solución exacta su modelo de los tres-cuerpos propuesto por R.M. Santilli y D.D. Shillady, en 1999. Asimismo, se describen los resultados proporcionados por dicha solución cuyas magnitudes se comparan con los valores estándar del estado base de la molécula.

El Dr. Carlo Marafioti, Presidente de Santilli-Galilei Asociation on Scientific Truth, anunció el otorgamiento de la Medalla de Oro en Química Hadrínica 2008 al Dr. Raúl Pérez-Enríquez por este trabajo.

Para más información visite:

<http://santilli-galilei.com//11.html>

RAÚL PÉREZ ENRÍQUEZ

Doctor en Física

Departamento de Física

Correo: rpereze@correo.fisica.uson.mx

JOSÉ LUÍS MARÍN FLORES

Doctor en Física

Investigador del Departamento de Investigación en Física

Correo: jmarin@cajeme.cifus.uson.mx

INTRODUCCIÓN

El hidrógeno es, sin lugar a dudas, el elemento más abundante en el Universo. Está presente en sus diversos estados en el espacio interestelar y formando parte del combustible esencial de las estrellas. En la Tierra, su presencia se manifiesta no sólo como constituyente de la atmósfera, en su estado molecular, sino sobre todo formando parte del agua de los mares que cubren su superficie. Sería un error no mencionar también que el hidrógeno está presente, siendo un ladrillo fundamental, en las moléculas de la vida: arreglos complejos de átomos de Carbono, Oxígeno, Nitrógeno y, por supuesto, Hidrógeno, principalmente. Además, el hidrógeno es el elemento más simple de todos. En él, intervienen un protón y un electrón en su forma más sencilla, o bien, un protón un electrón y un (dos) neutrón(es) en el deuterio (tritio).

Como se mencionó anteriormente, el hidrógeno tiende a formar estructuras moleculares sencillas, esto es, cuando encerramos átomos de hidrógeno en un recipiente, ellos se agrupan en parejas y sólo en parejas. De hecho, así como los átomos de hidrógeno son los más simples, así también las moléculas de hidrógeno son las moléculas a dos electrones más sencillas. En la Figura 1, se muestra un esquema en el que aparecen los dos protones y dos electrones de esta molécula [1]. Esta representación nos permite estudiarla y elaborar teorías acerca de ella: la molécula protagonista de esta historia.

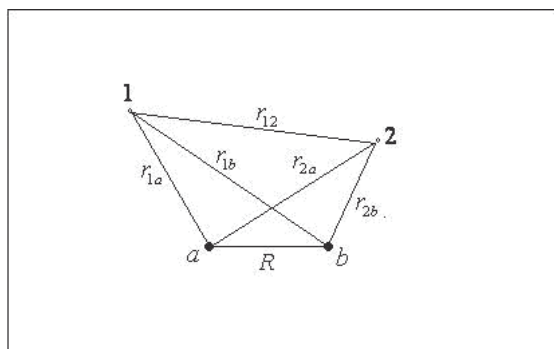


Figura 1. Representación de la molécula de hidrógeno en un sistema de coordenadas. Los dos núcleos y los dos electrones están identificados por a y b , 1 y 2, respectivamente. La separación entre los núcleos es R y las líneas indican las distancias entre partículas (r).

LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Hacia fines del siglo XV, T. Von Hohenheim, también conocido como Paracelso, realizó el descubrimiento del hidrógeno. Pero fue A. Lavoisier quien, en 1783, dio el nombre de Hidrógeno a este altamente explosivo elemento. Por su parte, fue Hoffman quien mediante un experimento simple se convirtió en uno de los pioneros en producir hidrógeno a partir del agua. Al colocar dos electrodos metálicos en un recipiente con agua, él observó la descomposición de ésta en

dos elementos que resultaron ser el oxígeno y el hidrógeno [4]. Ya Goethe se refería a este gas que reacciona explosivamente con una flama como el “aire ígneo” con el cual podrían, según Mefistófeles, elevarse hacia las nubes (Fausto, 1778) [5]. Pues bien, este elemento está regresando al terreno de su utilización como fuente de energía primaria, papel que desde el inicio de la era industrial han tenido los hidrocarburos, de los cuales forma parte. Estamos siendo partícipes del inicio de la era de la Economía del Hidrógeno, ahora que la Economía de los Hidrocarburos comienza a menguar.

Conforme el hidrógeno vaya ocupando mayor terreno, los conocimientos que de él se tienen, así como de las formas en que se presenta en la naturaleza, deberán ser mejores y más completos.

Una economía basada en el hidrógeno podría resolver los problemas energéticos mundiales si, por ejemplo, se lograra dominar la fusión nuclear, permitiendo una generación de energía prácticamente ilimitada. Pero mientras ese tiempo llega, este elemento permitirá resolver problemas de consumo de energía en muchos niveles, pero principalmente en el terreno del transporte, ya sea por medio de la combustión directa o bien, por medio del uso de las llamadas “celdas combustible” o *fuel cells*, o en los nuevos gases de óptima combustión conocidos como “magnetos” [7]. En todas ellas, la participación del hidrógeno será en su forma molecular: moléculas individuales entre las primeras; moléculas aglomeradas en los últimos.

LOS ESTUDIOS DE LA MOLÉCULA H_2

Si bien desde el siglo XV ya se conocía al hidrógeno y algunas de sus propiedades, no fue sino hasta el inicio del siglo XX cuando se inició su descripción a nivel de sus componentes. Para el año 1913, Bohr quien ya había propuesto el modelo planetario para el átomo de hidrógeno, formuló las primeras hipótesis con respecto a la conformación de la molécula. Ya en sus manuscritos se pueden encontrar esquemas como el de la Figura 2, en donde propone una forma concreta de arreglo que permite estimar (como lo hizo recientemente Svidzinski) la energía potencial de esta estructura.

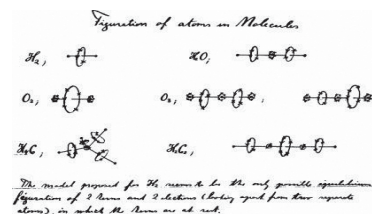


Figura 2 Diagramas de diversas moléculas dibujados por Neils Bohr en 1913; tomados de un manuscrito no publicado (Svidzinski 2006)[2].

Con el advenimiento de la mecánica cuántica, los modelos de esta molécula fueron evolucionando, permitiendo realizar estimaciones de la energía de su estado base, bastante apegadas a las observaciones experimentales. La solución de Heitler-London a la ecuación de Schrödinger correspondiente, permitió darle validez a la teoría cuántica, y al mismo tiempo, introducir conceptos como “enlace molecular covalente” a partir de funciones de onda localizadas en los átomos.

Más tarde, con la introducción del método de Hartree-Fock, la aproximación a la molécula de hidrógeno sufrió un cambio sustancial. Pues un problema en el que aparecían dos electrones se reducía a analizar la participación de un electrón en presencia de los dos protones y el otro electrón. De hecho, el método es más general, pues aborda un problema de moléculas o átomos (o cualquier sistema) con muchos electrones (o partículas idénticas), digamos N de ellos, desmenuzando el comportamiento de uno de los electrones en el campo de los demás y después sumar N veces dicha contribución. Esta simplificación se ilustra en la Figura 3.

El problema de este método de trabajo se manifestaba en una diferencia siempre positiva entre la energía calculada y el valor experimental observado. Aún yéndose hasta lo que se conoce como el Límite de Hartree-Fock, en las estimaciones persistía un excedente al que se denominó “energía de correlación electrónica”, indicando que dicha cantidad no podía ser explicada de otra manera que con la introducción de una interacción entre los electrones.

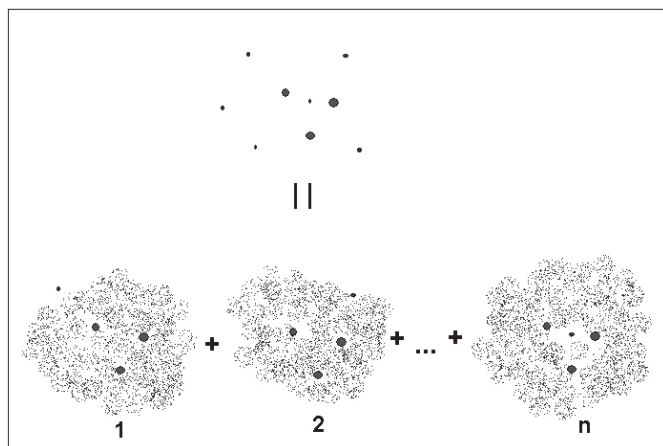


Figura 3. El método de Hartree-Fock implica convertir el problema de M átomos con N electrones, en N situaciones de un electrón en el campo de los M núcleos y del resto de los electrones.

La correlación electrónica se convirtió, entonces, en algo que era necesario explicar por encima del comportamiento

individual de los electrones. Una especie de “santo grial” para los químicos cuánticos [3].

Habrían de pasar algunos años más, acompañados del desarrollo de sistemas computacionales cada vez más poderosos, para que aparecieran las soluciones exactas obtenidas por medio de funciones de onda similares a las de Heitler-London, pero utilizando polinomios con un número de términos mayor. Entre ellos se encuentran los polinomios de 5, 11 y 13 términos con los cuales James y Coolidge pudieron llegar a un valor significativamente cercano a la energía deseada: -1.17308 hartree comparable con los -1.174475 hartree observada experimentalmente. Siguiendo esa misma línea de pensamiento, el grupo de Kolos-Wolniewicz reprodujo ésta última cifra con polinomios con la misma estructura pero con una cantidad mucho mayor de términos: 129 en sus resultados de 1968 y 249 en los de 1986.

Sin embargo, no todos los investigadores utilizaron este camino. No hubo otros que escogieron funciones gaussianas correlacionadas (ECG) para hacer los cálculos, siempre tratando de resolver el mismo problema de la ecuación con un Hamiltoniano para dos electrones y dos núcleos, los cuales se suponen fijos en sus sitios. El uso intensivo del cálculo numérico permitió, así, a varios autores elaborar curvas de energía potencial de estado base de nuestra molécula H_2 . Estos resultados dieron una mejor aproximación a los resultados deseados.

Más recientemente, el año pasado, Sims publicó valores para dicha curva que alcanzan precisiones casi inimaginables, de hasta 13 cifras significativas. Esto quiere decir que el valor de la energía del estado base se expresa mediante un número de 14 dígitos. En la figura 4 mostramos el valor de la energía del estado base de la molécula de hidrógeno cuando los electrones se encuentran entre sí a una distancia de 1.40 bohr que corresponde a la distancia de equilibrio.

Sims calculó para $R = 1.40$ bohr

$E = -1.174\,456\,783\,154\,324$ hartree

Figura 4. Energía del estado base de la molécula de Hidrógeno.

Cabe decir que las funciones de Sims son, también, polinomios que combinan las coordenadas de los electrones en un sistema esférico; otra característica que incluyen es que en algunos términos se aceptan términos con la separación entre los electrones (distancia r_{12} en la Figura 1) elevada hasta la quinta y séptima potencias. Lo más relevante es que el número

de términos en estas expansiones de la función de onda alcanza los 1000 términos.

UN NUEVO MODELO

Como ya he mencionado, todos estos cálculos asumen el modelo estándar de la molécula de hidrógeno con sus dos electrones. Frente a ellos, en el año 1999, R.M. Santilli y D.D. Shillady introdujeron en el modelo la formación de una cuasi-partícula que bautizaron con el nombre de “isoelectronium”. Su propuesta se enmarca en la denominada Química Hadrónica, pues la hipótesis fundamental de este modelo es que la formación del isoelectronium se debe a una interacción de tipo hadrónico entre los dos electrones: una fuerza no potencial debida al traslape de los paquetes de onda asociados.

La repulsión electrostática debida a la carga es sobrepasada por esa interacción entre los paquetes de onda asociados a cada uno de los electrones. Así, la formación de la molécula puede contemplarse como un problema de tres cuerpos: dos núcleos y un isoelectronium, el cual tiene una carga igual a $-2e$ y una masa, también, del doble de la del electrón ($M = 2m_e$). Tanto el modelo de cuatro cuerpos con interacción tipo hadrónica como la versión del modelo de tres-cuerpos fueron trabajados y se hicieron cálculos al respecto.

Fue en 2001 cuando Aringazin y Kucherenko publicaron una solución al modelo de tres-cuerpos utilizando ambos valores para la carga y masa del isoelectronium; el método de cálculo usado por ellos fue el método variacional pero los resultados discrepaban de los reportados por Kolos y colaboradores. Por medio de un escalamiento de las ecuaciones pudieron reproducir la energía, sin embargo, el resultado para la distancia entre los núcleos, R , era casi un 20% mayor que el esperado. La curva de la energía de la molécula difería al grado de que difícilmente podrían considerarse similares. Esto puede observarse en la Figura 5, en donde hemos reproducido la curva de dichos autores junto a los puntos de la curva de Kolos, Szalewicz y Monkhorst (curva KSM).

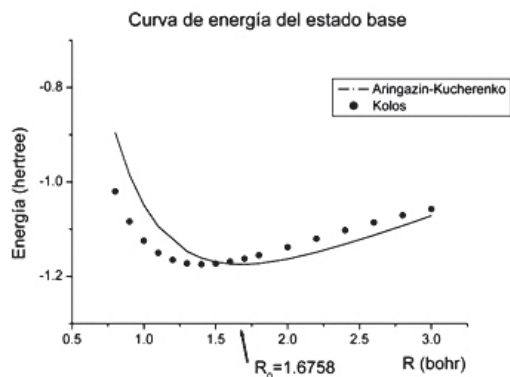


Figura 5. Comparación entre la curva de energía del estado base KSM y la curva escalada de Aringazin-Kucherenko.

Estos resultados poco convincentes resultaron ser un contrapeso para el modelo del isoelectronium.

NUEVAS HIPÓTESIS PARA EL NUEVO MODELO

La investigación sobre el aprovechamiento de la energía del hidrógeno tuvo, durante los primeros años adecuadas para el almacenamiento de hidrógeno, llevó a gran cantidad de investigadores en el mundo a incursionar en este campo. Nosotros, al igual que otros investigadores, nos sumamos a este esfuerzo. El desarrollo vertiginoso del mundo de los nanotubos de carbono de una sola pared (SWNT por sus siglas en inglés), dio muy pronto muchos otros campos más prometedores que su uso para transportar hidrógeno.

Paralelamente, nuestra investigación que nos condujo hacia las propiedades mismas de la molécula de hidrógeno, llegó al estudio de la variación de las posiciones de equilibrio de los núcleos en la molécula. No está por demás decir que ya estábamos sensibilizados a este respecto cuando cayó en nuestras manos el nuevo modelo de Santilli-Shillady. Vino de ahí, la idea de mejorar el modelo utilizando las técnicas de confinamiento de partículas y moléculas, en los cuales ya habíamos incursionado. De hecho, uno de nosotros, José Luis Marín, había publicado, desde 1993, un trabajo sobre el ión molecular confinado por superficies esféricas.

Dos fueron las hipótesis que introdujimos al modelo de tres-cuerpos de Santilli-Shillady. Dos ideas que debimos incorporar a la herramienta computacional para tener éxito:

- La formación del isoelectronium conlleva la representación de la partícula con una masa renormalizada.
- El isoelectronium puede existir sólo si la cuasi-partícula concentra su movimiento alrededor de los núcleos.

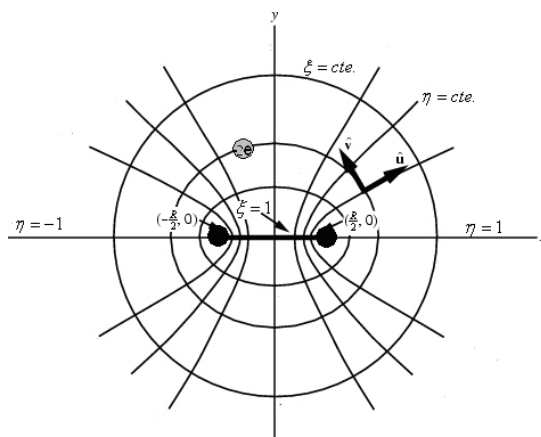


Figura 6. El isoelectronium en un sistema de referencia esférico.

La forma matemática de incorporar estas ideas fue mediante un factor de masa renormalizada de valor similar a la masa reducida de dos electrones, la primera; y, un confinamiento a una región esferoidal del espacio, la segunda. En la figura 6 mostramos el esquema gráfico de la molécula en un sistemas de coordenadas esferoidal; la superficie de confinamiento que definida por la región x menor que una cierta x_0 .

SOLUCIÓN EXACTA

Nuestra investigación nos llevó a estudiar diversas formas de incorporar las hipótesis. Una de ellas fue a través de los cálculos similares a los realizados por E. Ley-Koo y S.A. Cruz, quienes resolvieron algebraicamente las ecuaciones involucradas suponiendo que la función de onda podía ser expresada mediante un conjunto de polinomios ortogonales, Polinomios de Legendre, por un lado; y por medio de una serie de funciones de la variable radial por el otro.

Esta aproximación nos brindó, inicialmente, valores interesantes para la energía; sin embargo, estaba limitado a ciertos intervalos tanto de la energía como de la distancia entre los núcleos. Debimos buscar una aproximación que nos permitiera minimizar la energía mediante un método de optimización conocido, el método de Nelder-Mead de varios parámetros. Nosotros teníamos tres parámetros: el tamaño de la caja, la separación entre los núcleos y el factor de masa renormalizada.

Nos decidimos por un método variacional similar al desarrollado por los doctores Marín y Muñoz, del cual ya comentamos más arriba [6].

ÉXITO DEL MODELO EXACTO

La optimización de la solución a la ecuación de Schrödinger, por medio del método variacional, nos permitió obtener la energía reportada por Kolos y colaboradores para el estado base a la distancia de equilibrio; aunque habremos de reconocer que nuestra distancia de equilibrio resultó un 1.21% mayor que el 1.40 bohr esperado. Sin embrago, la estabilidad de la solución quedó demostrada porque tanto el parámetro de excentricidad de la caja esferoidal como la distancia de equilibrio se mantuvieron constantes mientras variábamos el parámetro de la masa renormalizada. En la figura 7, mostramos los resultados de nuestro modelo en comparación con el valor KSM que representa el valor experimental.

Energía	Parámetros
$E_{KSM} = -1.174475 \text{ hartree}$	$R = 1.4011 \text{ bohr}$
$E_0 = -1.174480 \text{ Hartree}$	$R = 1.41847181 \text{ bohr}$
	$v = 0.37039$
	$\xi_0 = 48.46714783$

Figura 7. Comparación entre la energía KSM y la obtenida por medio de nuestro modelo, E_0 con los parámetros correspondientes.

Pero nuestro modelo resultó mucho más efectivo. Además de reproducir la energía a la distancia de equilibrio, pudimos reproducir todos los puntos de la Curva KSM en un intervalo de valores de la distancia entre los núcleos que va de 0.8 a 3.2 bohr, tal y como se puede observar en la Figura 8.

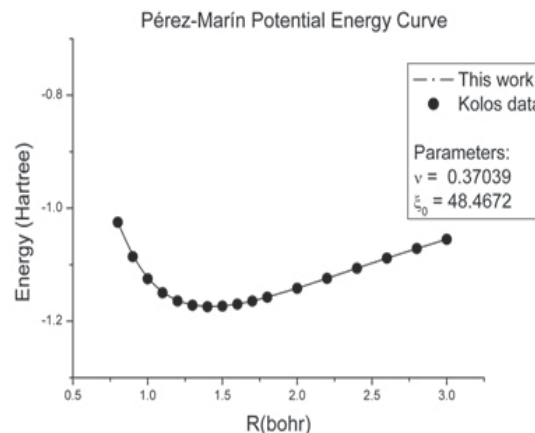


Figura 8. Comparación entre los resultados del modelo M3CP-M-R y la curva KSM del estado base de la molécula de hidrógeno; como se puede ver, las curvas son idénticas.

Ambos resultados nos dan la confianza de que las hipótesis utilizadas para mejorar el modelo cumplen cabalmente su cometido. También permiten añadir consideraciones al significado de la correlación electrónica, concepto elusivo que tiene implicaciones importantes en el mundo de la química.

CONCLUSIONES

Las hipótesis adicionales introducidas al modelo de tres-cuerpos de Santilli-Shillady nos permiten reproducir la energía del estado base de la molécula de hidrógeno con gran precisión. Se puede decir que a la cuarta cifra significativa, las curvas KSM y la nuestra resultan idénticas. Esto es muy importante tanto para el modelo del isoelectronium como la química hadrónica. Por ello, podemos sugerir las siguientes reflexiones:

- Los estudios de la molécula de hidrógeno están lejos de haber llegado a su fin, a pesar de ser la más sencilla de las moléculas a dos electrones y con mayor razón ahora que se acerca la Economía del Hidrógeno.
- El modelo del isoelectronium permite reducir el análisis de la molécula a un sistema de tres-cuerpos cuando se le asocia una masa renormalizada y se le limita a una región esferoidal del espacio, definida con los protones en los focos.
- La solución aquí descrita apoya la visión de la correlación electrónica como una manera de interacción entre los electrones por medio de un apareamiento hadrónico y, en consecuencia, favorece algunos aspectos de la química hadrónica.

Podríamos concluir, entonces, que no todo está dicho en torno a la molécula de hidrógeno y mucho menos con respecto a la denominada correlación electrónica. Aparentemente, el comportamiento colectivo de los electrones involucrados en el enlace molecular, electrones de valencia, es diferente al de los electrones internos. Sin embargo, resulta claro para nosotros que la aplicación directa de estas conclusiones en el campo de la energía y su influencia en la Economía del Hidrógeno no serán inmediatas. Tal vez, la explicación de las “magnéculas” [6], aglomerados de moléculas asociados por medio de fuerzas magnéticas, sea uno de los campos de aplicación. Pero eso sería materia de otra historia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desprende de la Tesis Doctoral del primer autor y por ello, agradece a la UNISON y al CONACYT los apoyos recibidos. Asimismo, desea agradecer a todos los que le ayudaron a cubrir ese compromiso, muy especialmente al Dr. Raúl Riera quien co-dirigió la investigación. Los autores agradecen, también, a quienes contribuyeron a la discusión de este trabajo, entre quienes están el Dr. E. Ley-Koo, Dr. E. Ludeña y el Prof. R.M. Santilli; este último apoyó decididamente esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Pérez-Enríquez R. (2007), “Estudio de algunas propiedades de la molécula de hidrógeno usando el modelo de los tres-cuerpos de Santilli-Shillady modificado”, Tesis Doctoral, UNISON
- [2] Svidzinski A.A., Scully M.O., Herschbach R. (2005), “Simply and surprisingly accurate approach to the chemical bond obtained from dimensional scaling”. *Phys. Rev. Let.* **95**, 080401
- [3] Mercero J.M., Valderrama E., Ugalde J.M. (2003); “Electron correlation: Quantum chemistry’s holy grail”. NATO-ASI Series in metal-liquid interactions in molecular, nano-, micro-, and macro-systems in complex environments, Ed. N. Russo, D.R. Salahub and M. Witko, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [4] Wikipedia: The Free Encyclopedia, “Hydrogen”, <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen>
- [5] Goethe, “Fausto” (1999), Ed. Sudamericana
- [6] Marín J.L., G. Muñoz (1993), “Variational calculations for enclosed quantum systems within soft spheroidal boxes: the case of H, H₂⁺ and HeH₂⁺”. *J. Mol. Structure (Theochem)* **287**, 281-285
- [7] Santilli R.M. (2001), “FOUNDATIONS OF HADRONIC CHEMISTRY with Applications to New Clean Energies and Fuels”, Kluwer Academic Publisher.

LA RADIACIÓN IONIZANTE Y EL TRASPLANTE PERFECTO: LA PROMESA DE UN TRASPLANTE SIN RECHAZO ES CASI UNA REALIDAD

La radiación ionizante es una forma de energía que continuamente nos rodea y generalmente provoca cambios y mutaciones en todos los seres vivos. No a todas las células vivas les afecta esta energía de la misma manera. Las células que más rápidamente se reproducen son las más afectadas y las que más se resienten. En nuestro organismo existe un mecanismo de protección natural denominado sistema inmunológico. Este sistema está constituido por un arsenal de células especializadas que pueden efectivamente atacar y neutralizar objetos extraños que entran al cuerpo en forma de bacterias, virus, etcetera. Sin embargo, esta protección resulta en ocasiones perjudicial y mortal cuando se trasplanta un tejido de un cuerpo a otro. Las células inmunológicas responsables de esta respuesta no deseada se les conocen como linfocitos T y son especialmente sensibles a la radiación ionizante. En este artículo se expone una breve descripción de la respuesta inmunológica y algunas complicaciones cuando se realiza un trasplante de tejido humano y se plantea una alternativa novedosa que involucra a la radiación ionizante gamma. En especial, se hace énfasis en la posibilidad de la irradiación de sangre humana en un sistema Gammacell con una fuente de Cobalto 60, instalado en laboratorio de Física de Radiaciones de la Universidad de Sonora.

KARLA SANTACRUZ GÓMEZ, RODRIGO MELÉNDREZ, BEATRIZ CASTAÑEDA, MARCELINO BARBOZA FLORES Y MARTÍN PEDROZA MONTERO

KARLA SANTACRUZ GÓMEZ^{1,2}, RODRIGO MELÉNDREZ², BEATRIZ CASTAÑEDA^{2,3}, MARCELINO BARBOZA FLORES², MARTÍN PEDROZA MONTERO²

¹Especialidad en Inmunoematología Diagnóstica.
Departamento de Ciencias Químico-Biológicas.

²Laboratorio de Física de Radiaciones.
Departamento de Investigación en Física.

³Departamento de Física, Universidad de Sonora.

Dr. Marcelino Barboza mbarboza@cajeme.cifus.uson.mx

Dr. Rodrigo Meléndrez rodrigo@cajeme.cifus.uson.mx

Dra. Beatriz Castañeda bcmedina@cajeme.cifus.uson.mx

Dr. Martín Pedroza mpedroza@cajeme.cifus.uson.mx

¿QUÉ ES LA RADIACIÓN IONIZANTE?

La radiación es el proceso de transmisión de energía en forma de ondas o de partículas provenientes del núcleo atómico. Generalmente se conoce como radiación ionizante cuando esta energía divide a los átomos o moléculas y forma iones en el medio con el que interactúa. La radiación ionizante se clasifica en rayos alfa, beta y gamma. La radiación gamma es menos ionizante que la alfa y beta y tiene mayor poder de penetración (Figura 1). Por esta razón es el tipo de radiación más utilizado en medicina (diagnóstica y terapéutica) ya que con su gran poder de penetración puede llegar hasta sitios profundos sin alojar una gran cantidad de energía sobre los tejidos circundantes (2-3).

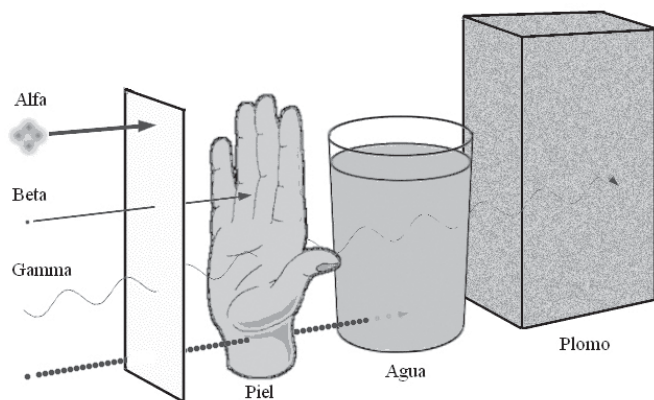


Figura 1. El poder de penetración de las partículas alfa es relativamente pequeño, basta una hoja de papel para detener su paso; las partículas beta atraviesan la piel, se detiene frente al aluminio; finalmente, los rayos gamma son muy penetrantes, atraviesan piel, tejidos, agua y sólo se detienen con una gruesa capa de plomo o concreto.

Los seres vivos por estar expuestos cotidianamente a radiación gamma (la mayor parte proviene del mismo ambiente) sufren una serie de efectos biológicos como consecuencia de la absorción de la energía en la radiación. Esta energía extra puede afectar directamente cualquier estructura celular (ADN, ARN, enzimas, núcleo, cromosoma, ribosoma, mitocondria, etcétera.) El efecto directo y más notable es la muerte reproductiva de la célula alcanzada o la posibilidad de transmitir alteraciones en los genes. A menor escala existe también una acción indirecta que se refiere a los efectos ocurridos en la molécula del agua (elemento que constituye mayoritariamente la célula), que produce compuestos muy agresivos y que a la postre alteran el medio intracelular (4,5) figura 2.

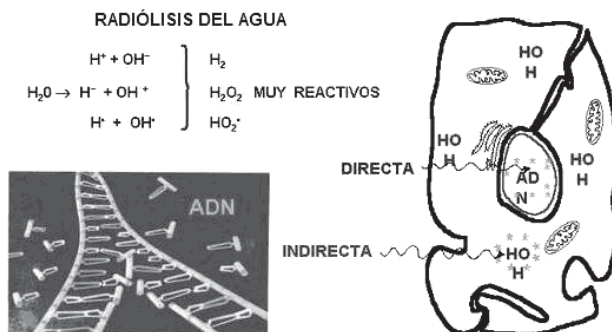


Figura 2. Mecanismo de la acción directa, puede actuar en cualquier estructura de la célula; y el de la acción indirecta, actúa en la molécula del agua formando principalmente radicales libres (radiólisis del agua).

La radiación cuando interactúa con las células del organismo afecta primero a las que se reproducen más rápidamente. Esta propiedad se le denomina radiosensibilidad. Los *linfocitos* (figura 3) son las células más radiosensibles del organismo y también una de las células más activas del sistema inmunológico.

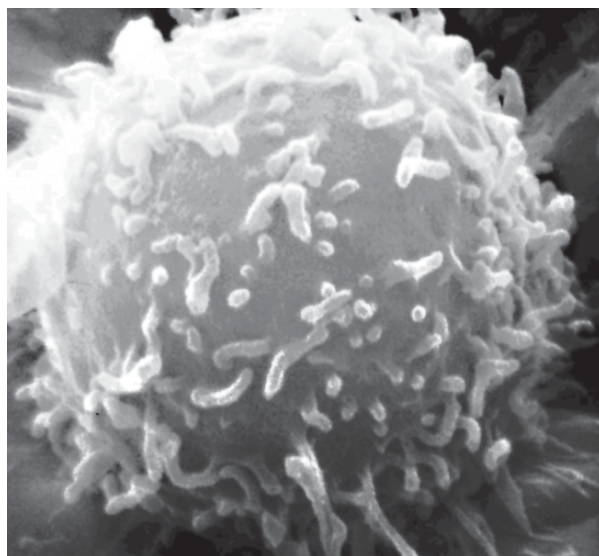


Figura 3. Los linfocitos T son los responsables de coordinar la respuesta inmune mediada por células, así como de funciones de cooperación para que se desarrollen todas las formas de respuestas inmunes.

EL SISTEMA INMUNOLÓGICO

El sistema inmunológico, también conocido como sistema inmune, está formado por un conjunto de mecanismos que protegen a un organismo de infecciones por medio de la

identificación y eliminación de agentes patógenos (dañinos). Los linfocitos T son parte del sistema inmune de vigilancia. Estas células especializadas viajan a través de la circulación sanguínea y del propio sistema linfático, buscando las sustancias extrañas (antígenos) dentro del cuerpo. Sin embargo, un linfocito T no puede reconocer a un antígeno a menos que haya sido procesado y “presentado” por otra célula blanca (leucocito), llamado célula presentadora de antígeno (CPA). Las CPA consisten en células dendríticas (que son las más eficaces), macrófagos, y linfocitos B (1), figura 4.

El sistema inmune al momento de reaccionar con un antígeno lo reconoce y posee la capacidad de crear memoria inmunológica (inmunidad adquirida). Esta característica le permite al organismo permanecer protegido contra ciertas enfermedades provocadas por algún antígeno con el que mantuvo contacto en el pasado. Sin embargo, este tipo de respuesta benéfica en la mayoría de los casos puede provocar enfermedades o reacciones negativas del sistema inmunológico que ataca tejidos trasplantados, como órganos o sangre. Tal es el caso de la llamada Enfermedad del Injerto contra Huésped (EICH) de la cual hablaremos en la siguiente sección y que es sumamente importante por sus implicaciones que aparecen justamente después de trasplante, especialmente de la médula ósea, de los

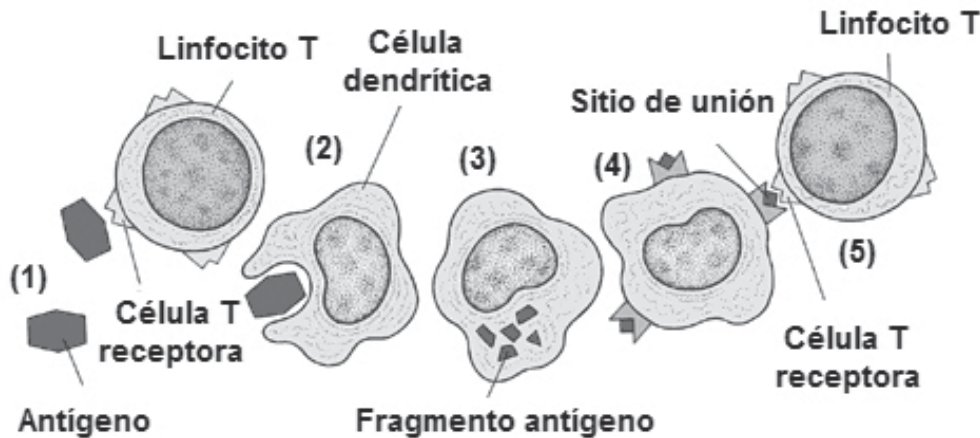


Figura 4. Por sí mismo, un linfocito T no puede reconocer a un antígeno que circula en el cuerpo. 1) Una célula que puede procesar los antígenos, tales como una célula dendrítica, ingiere al antígeno y lo fragmenta 2) Las enzimas presentes en las células presentadoras de antígeno rompen al antígeno 3) Algunos fragmentos son tomados por las moléculas del antígeno leucocitario humano (HLA) pues en su interior se encuentran las células procesadoras de antígeno. Entonces las moléculas con los fragmentos del antígeno se transportan a la superficie de la célula 4) Una molécula especial llamada célula T receptora, que está situado en la superficie del linfocito T, puede reconocer el fragmento del antígeno cuando se une y es presentada por una molécula de HLA 5) El receptor de las células T se une a la parte de la HLA presentadora del fragmento antigénico encajando como llave en una cerradura (8).

LA ENFERMEDAD INJERTO CONTRA HUÉSPED (EICH) Y CÓMO PREVENIRLA

La EICH consiste en un grupo de manifestaciones clínicas y en los tejidos, provocadas por la reacción de *células inmunocompetentes* de un tejido trasplantado (injerto) que interactúan con tejidos de un receptor *inmunosuprimido* (huésped), originando lesiones en los mismos.

La EICH se clasifica, de acuerdo a sus características clínicas y el tiempo a partir del cual se manifiesta, en aguda y crónica. La fase aguda se presenta entre los 7 y 21 días posteriores al trasplante. Los principales órganos afectados son la piel, el hígado y el intestino (Figura 5). Los signos clínicos de la forma crónica aparecen después de 4 meses o incluso años después del trasplante. Además de las manifestaciones cutáneas, esta fase se acompaña la mayoría de las veces de afecciones en todo el cuerpo cuyas complicaciones pueden ocasionar la muerte del paciente (9).

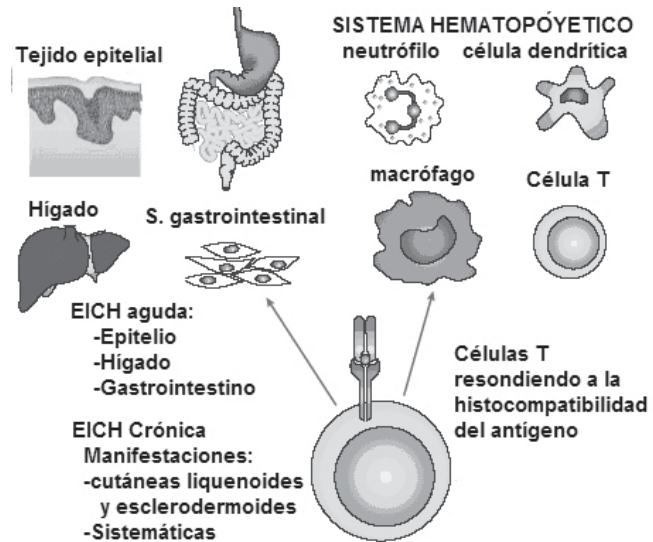


Figura 5-. Las CPA (células dendríticas, macrófagos, neutrófilos) procesan al antígeno de histocompatibilidad (agente extraño) para que el linfocito o célula T lo reconozca. Este reconocimiento desencadena la EICH, que en su fase aguda afecta principalmente hígado, tejido epitelial y sistema gastrointestinal; mientras que en la crónica además de presentar las complicaciones de la etapa aguda, se acompaña de afección en todo el cuerpo (1). Imagen adaptada.

Desde 1966, Billingham (9) estableció tres postulados en donde alertó sobre la aparición de la EICH después de un trasplante. Estos postulados son muy importantes desde el punto de vista preventivo de la EICH y ayudan a tomar una buena decisión médica antes de realizar el trasplante.

1.El injerto no debiera contener células inmunocompetentes, es decir, linfocitos T maduros del donador. En este punto, lo ideal sería establecer la compatibilidad entre el HLA del donador y el receptor.

2.El receptor no debiera expresar antígenos de superficie no presentes en el donador. Las diferencias antigénicas del *complejo principal de histocompatibilidad* (CPH) entre el donador y el receptor constituyen el factor de riesgo clave. Aquí la administración de medicamentos tales como Rapamicina, FK-506, Metotrexate y Prednisona pueden ayudar con la supresión total o parcial de la respuesta inmunológica.

3.El receptor no debiera cursar algún grado de inmunosupresión que le haga incapaz de organizar una respuesta frente a las células trasplantadas. Un individuo con un sistema inmune competente es capaz de establecer una respuesta en contra de las células T del donador y por lo tanto prevenir el desarrollo de la EICH. Sin embargo, fuera ideal la posibilidad de remover los linfocitos de las células del donador, antes de trasplantar. Recordemos que los linfocitos del donador son las células inmunitarias que atacan a los órganos del huésped cuando se tiene la EICH.

En la actualidad, la EICH es una complicación frecuente en el trasplante de médula ósea alogénico (responsable de la muerte en el 12 al 20% de los receptores al trasplante); trasplante de hígado, en fetos a quienes se han transferido linfocitos maternos, en neonatos sometidos a la renovación de sangre y principalmente en transfusiones sanguíneas (Enfermedad del Injerto contra Huésped post transfusional, EICH-PT), con una mortalidad cercana al 90% (10).

La fase aguda de la EICH requiere de la administración de dosis altas de corticoesteroides y ciclosporina (medicamentos inmunosupresores, es decir, que “apagan” completamente al sistema inmunológico).

Desde luego, no existe en el presente una terapia profiláctica para la forma crónica, por lo que el tratamiento normalmente está dirigido a combatir las manifestaciones de la enfermedad. Una manera alternativa muy reciente utilizada para prevenir la EICH es la irradiación gamma de tejidos humanos (sangre, piel, hueso), ya que elimina a la mayoría de los linfocitos o células T responsables de desencadenar dicha reacción inmunitaria. La sangre irradiada a una dosis de 15-30 Gy durante 1-5 minutos inactiva las células T inmunocompetentes (que son las más radiosensibles) sin que resulten afectadas las células rojas, plaquetas y los demás componentes o sus funciones, aunque disminuye ligeramente la tolerancia de almacenaje (6,10).

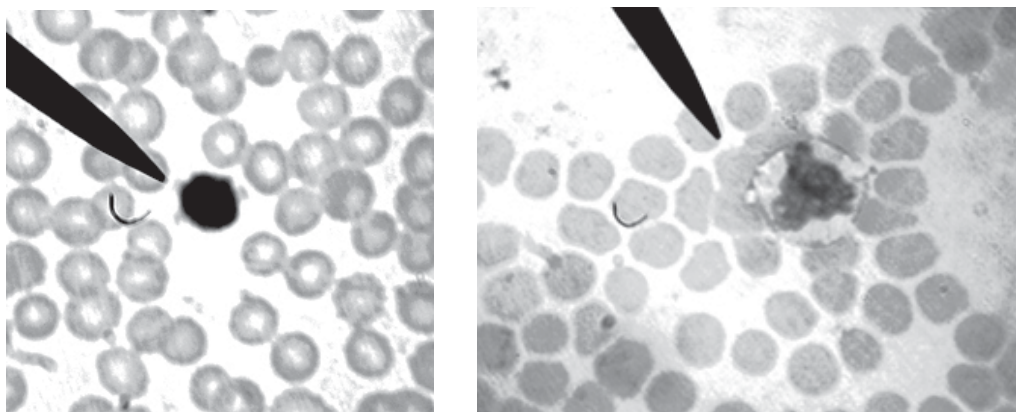


Figura 6. Se muestra la tinción en *Giemsa* de los linfocitos para dos casos. En el lado izquierdo se presenta la morfología de un linfocito normal en sangre periférica sin haber sido expuesto a radiación. A la derecha se observan los efectos que la radiación produce sobre dichos linfocitos (11). En particular, el proceso de irradiación de la sangre poco a poco se está convirtiendo en un requisito obligatorio en los bancos de sangre de los países desarrollados. No existe la duda, dados sus beneficios para la prevención de la EICH y la facilidad de aplicación, que en nuestro país se adoptará como un estándar en el control de calidad en el manejo y el almacenamiento de la sangre para transfusiones en los hospitales y en los bancos de sangre.

En la Universidad de Sonora, y particularmente en el Centro de Investigación en Física (CIFUS), se ha iniciado un proyecto muy ambicioso que busca establecer un *protocolo* para irradiar sangre con la fuente de Cobalto (^{60}Co) con la que actualmente se dispone. En este sentido, se estudia principalmente la eliminación de los linfocitos con capacidad reproductiva, para proporcionar a nuestro entorno médico una sangre segura y con muy pocas o inexistentes posibilidades de desencadenar una respuesta inmunitaria del huésped frente al injerto como la que se ha detallado en la sección previa. Sin duda, los resultados así como el protocolo redundarán en beneficio de nuestra sociedad.

GLOSARIO

Anticuerpo: Es una proteína que reacciona ante un antígeno específico, también se le llama inmunoglobulina.

Antígeno: Cualquier molécula capaz de estimular una respuesta inmune.

Antígeno Leucocitario Humano (HLA): Sinónimo de complejo mayor de histocompatibilidad humana, son un grupo de moléculas importantes que ayudan al cuerpo a distinguir entre lo propio y lo extraño.

Célula inmunocompetente: Célula capaz de producir una respuesta inmune normal

Células Presentadoras de Antígenos (CPA): Célula que presenta un antígeno en su superficie ante otras células del sistema inmune, tales como:

Células dendríticas: Células capaces de estimular a los linfocitos T. Estas células inducen y controlan la inmunidad

Macrófago: Célula capaz de absorber (o ingerir) microbios una vez que el sistema inmune los ha señalado para que sean eliminados.

Linfocito: Es la principal célula del sistema linfático. Se clasifica en linfocitos B y T.

Complejo Principal de Histocompatibilidad (CPH): Conjunto de genes que son la base del sistema inmunológico.

Leucocitos (glóbulos blancos): Conjunto heterogéneo de células sanguíneas (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos) que son los actores de la respuesta inmune. Se originan en la médula ósea y en el tejido linfático.

Medicamento inmunosupresor: Medicamento que modifica la respuesta inmunológica. Su acción se basa en la supresión de los linfocitos T.

Protocolo: Es un conjunto de procedimientos en donde se establece exactamente cómo se debe realizar un experimento para asegurar la reproducibilidad y confiabilidad de sus resultados.

Radiación Ionizante: Radiación capaz de formar de moléculas o átomos cargados eléctricamente (iones)

Rayos alfa: Flujo de partículas cargadas positivamente compuestas por dos neutrones y dos protones (núcleos de Helio)

Rayos beta: Flujo de electrones (beta negativas) o positrones (beta positivas) resultantes de la desintegración de los neutrones o protones del núcleo cuando este se encuentra en un estado excitado.

Rayos gamma: Ondas electromagnéticas producidas generalmente por elementos radiactivos al desintegrarse sus núcleos, como Cesio y Cobalto.

Sistema linfático: Red de ganglios que contienen linfocitos que filtran, atacan y destruyen a los organismos extraños.

Tejido: Agrupación de células relacionadas entre sí, aunque no idénticas que forman un conjunto para llevar a cabo funciones específicas.

Tinción Giemsa: Coloración específica para células de sangre o de médula ósea.

Trasplante alogénico: Injerto trasplantado entre dos individuos genéticamente diferentes pero de la misma especie.

REFERENCIAS

- (1) Bos A.J.J. *Physical Concepts of Radiation Dosimetry*. 3rd Summer School on Solid State Dosimetry, Concepts and trends in radiation dosimetry. The Netherlands. (2007):1-13.
- (2) Holton G., Rutherford F.J., Fletcher G.W., "Project Physics: The Nucleus A Supplemental Unit". Harvard University. New York, Toronto, 1970.
- (3) R. Meléndrez, M. Pedroza-Montero, M. Barboza-Flores y B. Casañeda. *Las radiaciones y sus aplicaciones*. Epistemus, Universidad de Sonora. **1**(2006):74-82.
- (4) Bernui de Vivanco, María Giselle. *Interacción de la Radiación Ionizante con el Tejido Biológico y sus Efecto*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de San Martín, Perú, 2007.
- (5) Vite Casanova J. M. *Irradiación de Componentes Sanguíneos*. Bioquímica, Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica. **56-1** (2004):59-62.
- (6) Anjua Gupta, Deepak Bansal, Rashna Dass, Ashim Das. *Transfusion Associated Graft versus Host Disease*. **41** (2004):1260-1264.
- (7) William J. Murphy. *Revisiting graft-versus host disease models of autoimmunity: new in immune regulatory processes*. International Journal of Cancer. **28-4**(1996):233-241
- (8) Merck & Co, Robert Berkow, Mark H. Beers, Andrew J. Fletcher. *The Merck Manual of Medical Information: Home Edition*, 2003.
- (9) Alcalá Pérez. D., Beirana P. A., Franco Castro A. *Enfermedad injerto contra huésped*. Rev. Cent. Dermatol. Pascua. **9**(2). May-Ago 2000:74-80.
- (10) Darell J. Triulzi, M.D., *Transfusion Associated Graft versus host disease and irradiated blood components*. Transfusion Medicine Update, Report of The Institute For Transfusion Medicine. September 1992.
- (11) Santacruz-Gómez, Karla. Tesis de Licenciatura "La dosimetría biológica en sangre como marcador de valoración de la exposición humana a la radiación ionizante gamma". Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora. En proceso.

EL MANEJO ADECUADO DEL AGUA Y LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO

PARICIPACIÓN INSTITUCIONAL EN LAS ESCUELAS DE EDUCACIÓN BÁSICA

A partir del día 28 de marzo de 2005 la ciudad de Hermosillo dejó de contar con suministro continuo y todo el día de agua entubada, pues dió inicio “El tandeo”, que consiste en entregar agua entubada sólo 12 horas al día a la mitad de la ciudad y por la tarde se surte el agua a la otra mitad de la ciudad. Esto significa un riesgo a la salud de la población en general y de los menores en las escuelas, por lo que se emprendieron acciones para mitigar los posibles efectos a la salud por del tandeo. Previendo que pudiera presentarse una mayor frecuencia de estas enfermedades, así como otras molestias sanitarias secundarias por la poca disponibilidad de agua. Hubo movilización institucional, familiar y general para amortiguar el impacto en la salud de la población. Este artículo hace referencia de una de las actividades en las escuelas publicas, que realizó la Secretaría de Educación y Cultura en Sonora. El objetivo de estas líneas es describir esas acciones y evaluar su impacto usando como indicador la presencia de enfermedades diarreicas en esta localidad.

SALVADOR PONCE SERRANO Y GONZALO ROBLES
MONTEVERDE

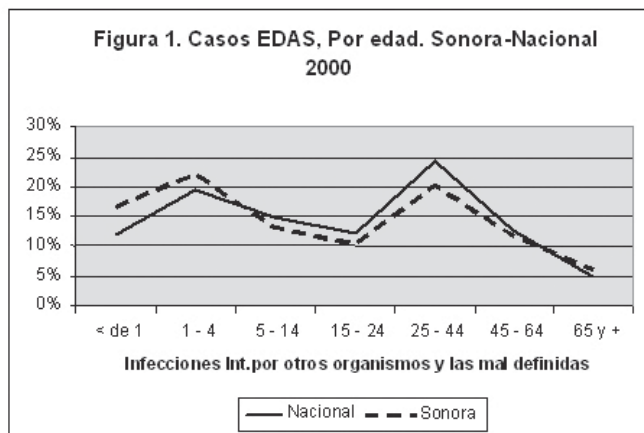
SALVADOR PONCE SERRANO
M.C. M.S.P. Departamento de Medicina y Salud,
División de Ciencias Biológicas y de la Salud,
Universidad de Sonora.
Correo: salponse@hotmail.com
DR. GONZALO ROBLES MONTEVERDE
Coordinación General de Salud Escolar.
Secretaría de Educación y Cultura. Estado de Sonora.
Correo: gonzalorobles@gmail.com

EL AGUA Y LA SALUD

Agua y salud son dos aliados estratégicos para la vida y la salud, pues aportan contribuciones únicas e indispensables al sostenimiento y la calidad de la misma. Se reconoce que la salud humana está intrínsecamente vinculada con la disponibilidad y calidad del agua y con la prevención de su contaminación.

Cuando el agua no está disponible o es inadecuada para uso y consumo humanos, surgen enfermedades en las personas y sus comunidades. Un ejemplo de esto son las enfermedades diarreicas (EDAS), padecimientos en donde el agua limpia disponible para el aseo y adecuada para el consumo humano, así como su manejo sanitario después de usarla, son determinantes para su aparición.

Históricamente en México y Sonora, las enfermedades diarreicas (EDAS) han sido muy frecuentes. Son la segunda causa de solicitud de servicios de atención médica en el estado. Por ejemplo, en el año 2004, de estas enfermedades se notificaron a la autoridad sanitaria en Sonora 126,956 casos y en el 2005, 130,371 (1). Del año 2000 al 2004, 60 por cada 1000 habitantes, en Sonora, acudieron a un hospital o al consultorio médico porque tenían la enfermedad. Las EDAS son padecimientos que afectan sobre todo a niños y adultos, y su comportamiento es parecido tanto en el estado como en el ámbito nacional, como puede verse en la figura 1.



La evaluación en los países de América, de los servicios de agua potable y saneamiento, destaca que “más del 60% de las personas servidas por sistemas de agua potable a través de conexiones domiciliarias, son atendidas por sistemas hidráulicos que operan de forma intermitente, lo cual significa peligro potencial a los usuarios (2). Igualmente, las aguas residuales recolectadas de los hogares son atendidos por muy deficientes sistemas de alcantarillado”. Esto que ocurrió en la localidad de Hermosillo, Sonora, es lo que motivó este reporte.

MATERIAL Y MÉTODOS

El equipo de “Ambientes Saludables” de la Coordinación General de Salud Escolar de la Secretaría de Educación y Cultura (SEC) participó en los trabajos con un diagnóstico, al mismo tiempo de información general en el manejo del agua en las escuelas, supervisó las condiciones de infraestructura de las escuelas, dejando recomendaciones en el caso de identificar situaciones de riesgo para la salud y proporcionando información para la salud específica para proteger contra las enfermedades de transmisión digestiva.

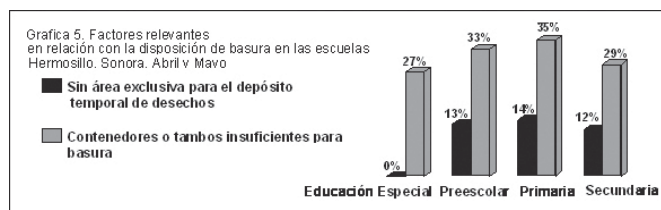
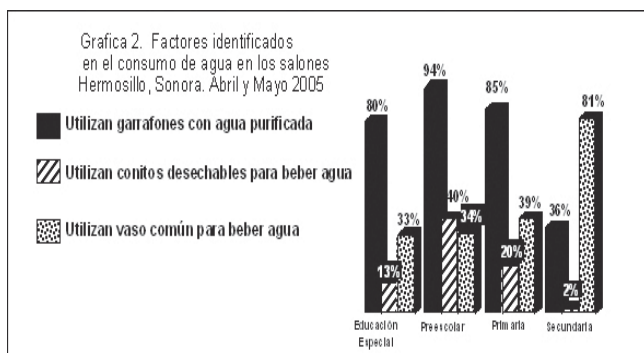
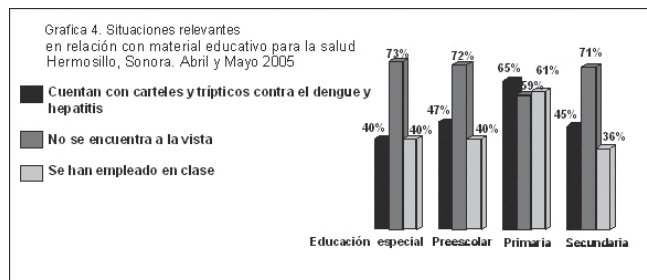
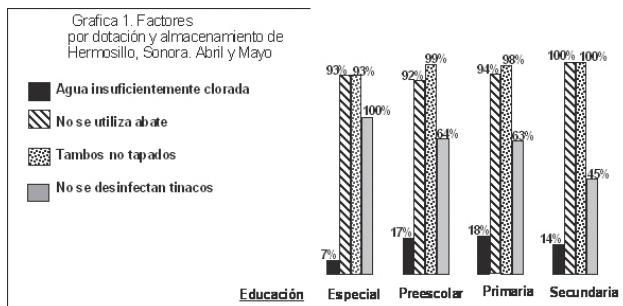
Se elaboró una guía de supervisión específica para investigar y supervisar las variables más importantes de este problema; se probó y con las correcciones se procedió a aplicarse. En una base de datos se capturaron las variables de los resultados del diagnóstico y supervisión. Se entrenó a un grupo de maestros y técnicos en saneamiento y se visitaron las escuelas de acuerdo a la demanda, identificando primero a las más críticas, para luego generalizar las acciones a otras. Se realizó inspección física y se midieron niveles de cloro con equipo comercial por colorimetría.

El trabajo se realizó de la primera semana de abril hasta el 20 de mayo de 2005. Los datos que se anotan a continuación se refieren a las escuelas de los niveles de educación especial, preescolar, primaria y secundaria atendidas. Se dejaron recomendaciones por escrito y en una segunda visita se corroboró que hubiera mejora en las situaciones previas. Para correlacionar el impacto del programa con las acciones realizadas, se usó el indicador casos de enfermedades diarreicas agudas (CIE A08, A09) en la población general atendida durante 2004, 2005 y 2006, a partir del Sistema SUIVE de la Secretaría de Salud Pública.

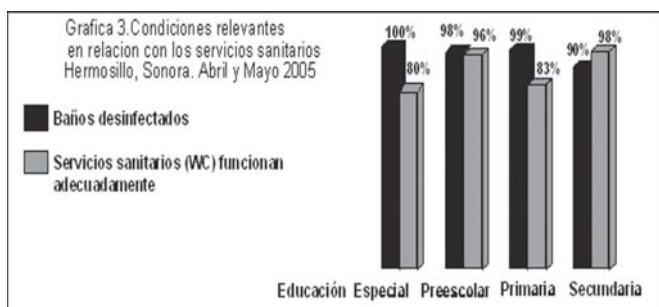
RESULTADOS

Se visitaron 315 escuelas: de educación especial (15), preescolar (83), primarias (175) y secundarias (429 de un total de 542 escuelas de la localidad). Se identificó que en las escuelas visitadas el 17% tuvieron niveles de cloro bajo o nulo, insuficiente para garantizar la potabilidad del agua. Las escuelas preescolares y primarias tuvieron la mayor frecuencia de bajos niveles de cloro. Otros puntos críticos como limpieza, desinfección de tinacos y cisternas, uso de tambos sin tapar para almacenar agua, presencia de fugas en y alrededor de escuelas se identificaron para su corrección.

A las escuelas se les entregó material para el uso adecuado del agua y para mantenimiento de los tinacos. Fue frecuente el uso de garrafones para beber (81%) en los salones de clase, sobre todo en escuelas de educación preescolar (94%); Otros aspectos descritos en el uso de agua para beber se observa en la grafica 2.



Al revisar la limpieza de los bebederos se encontró que el 77% estaban limpios, en el seguimiento de las escuelas ya tenían los baños aseados y se desinfectaban cuando menos semanalmente (93%), aunque en secundarias la frecuencia fue menor (90%). Las instalaciones sanitarias de WC funcionaban (88%) y los baños de primarias tuvieron mayor frecuencia de humedad y los WC en educación especial estuvieron 20% descompuestos. (Gráfica 3)



Todas las escuelas conocían y habían usado el material de educación para la salud elaborado y más de la mitad de ellas tenían carteles y trípticos para la prevención de dengue y hepatitis. En el 35% de las escuelas, el material de educación para la salud estaba a la vista y en el 51% de ellas se había usado como material en clases, encontrando que en las escuelas

de nivel primaria tuvieron mejor desempeño en esta acción que los otros niveles en el uso de este material. (Ver gráfica 4)

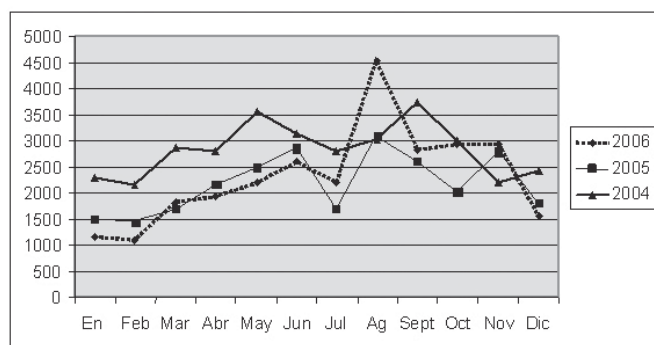
En relación con la basura en general, la evaluación muestra que sólo la mitad de las escuelas la manejan adecuadamente. Los problemas más relevantes en cuanto a la disposición de basuras se observan en la gráfica 5.

El programa emergente emprendido para mitigar los efectos negativos esperados tuvo logros interesantes, al concluir el estudio, 89% de las escuelas ya contaba con tinacos y/o cisterna, a cada escuela se les entregó una guía para el mantenimiento de los depósitos de agua, guías y carteles para el uso racional del agua y medidas para prevenir enfermedades.

ENFERMEDADES DIARREICAS

En el año del tandeo, 2005 se registraron en los sistemas de información médicos del sector salud de la ciudad, 26 288 casos de EDAS (tasa de 39/1000 hab.) y 4063 casos en niños 5 a 14 años, cifras menores o iguales a las de un año antes 2004 y de un año después 2006. Otra consideración es que las enfermedades diarreicas generalmente en una capital del estado, por tener mejores condiciones sanitarias, son menores que las del resto del estado y en Hermosillo, en 2004, 2005 y 2006 así ocurrió; a tasa promedio de los tres años en Hermosillo fue de 43 x 1000, en cambio en el estado y en el mismo periodo la tasa promedio fue de 54. Las EDAS tienen una presentación estacional, de tal manera que su frecuencia es baja al inicio del año para alcanzar un acmé de julio a septiembre. En Hermosillo, la gráfica 6 muestra este comportamiento y también que las cifras de EDAS son similares en tres años, 2004, 2005 y 2006, por tanto parece ser que el tandeo no impactó en la morbilidad ocurrida.

Gráfica 6. Casos de Enfermedad diarreica aguda en Her mosillo 2004, 2005 y 2006 por mes.



Fuente: Sinave Hermosillo. 2004, 2005, 2006

Los casos de la gráfica antes fueron 34074 casos registrados de EDAS (tasa de 52/1000), de ellos 5632 fueron en niños de 5 a 14 años, cantidad mayor que las del año 2005, en el que se registraron 26 288 (tasa de 39/1000 habs.) de EDAS y de ellos 4063 en niños 5 a 14 años. Los datos del 2006, 27947 casos, de EDAS con tasa 42/1000, aunque identifican un pico en julio y agosto, también fueron menores que en el 2004 y similares a las del 2005. Con esto no encontramos correlación que el tandeo hubiera ocasionando brotes o mayor frecuencia de EDAS, por lo que queda emitir posibles hipótesis y una muy explicativa es que los programas como el descrito aquí y la información de la población evitaron que el tandeo afectara su salud.

DISCUSIÓN

Principales situaciones para enfermedades gastrointestinales encontrados en el programa de supervisión de salud escolar, fueron los bajos niveles de cloro en el agua de la red que llega al 14% de las escuela y alto porcentaje (43%) del uso de vaso común para beber el agua de garrafón. Baja frecuencia de desinfección y limpieza de tinacos (39%), sobre todo en las escuelas de educación especial y manejo inadecuado del agua en tambos que no se tapan, también el manejo de basura fue inadecuado. Estos problemas fueron diagnosticados y actualmente con base a esa experiencia, ésta se ha convertido en un programa permanente.

El agua potable idealmente debe llegar a todos los hogares, ser de alta calidad para uso humano, suficiente y a un costo que incentive su cuidado y ahorro. Lograr lo anterior es la misión de las agencias públicas o privadas encargadas del suministro de agua a los hogares, pero esta situación parece no haber estado, ni estar en la agenda real de los gobiernos municipales, estatales o nacionales en nuestro medio, aunque

esta situación es similar en otros lugares, afortunadamente intervenciones como ésta pueden paliar los daños.

Tanto en el ámbito nacional como en Sonora, las enfermedades diarreicas son la segunda causa más importante de demanda en servicios médicos, por ello se usaron en el análisis: se trató de correlacionar su frecuencia con la menor disponibilidad de agua y el surtimiento intermitente, pero las cifras de 2005 comparadas con las de un año anterior o de un año posterior, no mostraron dicha asociación. Por ejemplo, en el periodo crítico del tandeo que fue de marzo a noviembre, las cifras no son muy diferentes a los otros años estudiados. Entonces pudiera argüirse que las acciones, además de las desarrolladas por programas como éste fueron eficaces, pero dado que la relaciones no quedan bien establecidas también se pueden emitir otras hipótesis alternativas tales como:

- Existió un problema de registro de las EDAS, situación común en las instituciones de salud.
- Ya se había consolidado una cultura del agua en la ciudad, y ejemplo de esto es que los ciudadanos compraban agua purificada comercial, lo que se evidencia en el estudio.
- Que el año 2004 en que hubo mayor frecuencia de EDAS, que sí se observa en los datos y éstas impactaron la inmunidad de la comunidad y por ello, ésta resistió los efectos del tandeo y hubo menos casos.

Claro está que existe múltiples interacciones para que aparezcan EDAS y merecen considerarse. Por poner un ejemplo, llamó la atención para estudiarse a futuro, el pico de enfermedades diarreicas que se observa en el 2006 durante el mes de agosto y septiembre, pues es cuando afloraron aguas negras por derrumbamiento de la red de drenaje de la ciudad.

Reconocemos las limitaciones de este estudio, pero consideramos que hacer correlación de acciones emprendida con resultados en salud, es una actividad que permite valorar mejor su impacto.

La falta de sistemas eficientes de saneamiento y drenaje significa ignorar el principio de barreras múltiples en donde son igualmente importantes el abastecimiento de agua, el saneamiento y la protección de los cuerpos de agua. Este concepto es uno de los más importantes para tener éxito en el control de las enfermedades de origen hídrico y su aplicación es responsabilidad de la instancia público-privadas encargada de suministrarla. Evaluar con metodologías más complejas y estudios prospectivos y longitudinales seguramente puede aportar datos duros que nos lleven a mejorar el cuidado, el mejor manejo y la preservación del agua.

CONCLUSIONES

En el año de tandeo, las cifras de enfermedades diarreicas no presentaron brotes ni mayor frecuencia, por programas diversos como éste, por un brote de diarreas un año antes que dejó inmunidad, y por otros factores que merecen ser investigados, por lo cual se debe contar con la información correspondiente.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la capacitación al personal de las escuelas en una cultura del manejo de agua, basura, uso y cuidado de manejo de instalaciones sanitarias. Capacitar a personal responsable de las instalaciones sanitarias en aspectos prácticos de solución de problemas y en la importancia del saneamiento básico de agua, basuras, excretas, fauna nociva y manejo integrado de plagas.
- Continuar la mejora continua de las actividades del programa de “Ambientes Saludables” de Salud escolar.
- Realizar actividades para promover el uso del material educativo de educación para la salud que reciban las escuelas.
- Que las autoridades sanitarias pongan a la disposición del público e investigadores información sobre la ocurrencia de enfermedades para realizar estudios de impacto.
- Mejorar la potabilización del agua en la ciudad.
- Realizar más estudios con el objetivo de evaluar las acciones, con metodologías más duras, para llegar a mejores recomendaciones, para cuidar, preservar y mantener el agua en nuestro medio y en general.

BIBLIOGRAFÍA

1. Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología. Sistema Único de Información para la Vigilancia epidemiológica. 2004
2. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/c/foro4/producto3.pdf> marzo 14, 2007
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía de promoción para los organizadores, Día Mundial del Agua 2001. Ginebra, OMS, 2001.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Hechos y Cifras: Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Noviembre de 2004. OMS. Mimeo.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento; Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target. A Mid-Term Assessment of Progress. Ginebra, Nueva York, OMS/UNICEF, 2004.
5. Arreguín Cortes, Felipe. (1991). ‘Uso Eficiente de Agua.’ En: Revista Ingeniería Hidráulica en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA.
6. Collado, Jaime. (1998). ‘Uso Eficiente del Agua en Cuencas’. En: Revista: Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XIII, Num. 1. pp 27-49. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.

AGUAS RESIDUALES: SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO Y SU IMPACTO AMBIENTAL

DAGOBERTO BURGOS FLORES

La falta de tratamiento de aguas residuales constituye un problema de salud inherente a la actividad humana, ya que esta agua tiene un alto contenido de microorganismos capaces de transmitir enfermedades como: la hepatitis, polio, disentería, cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, entre otras. Además, si el origen de esta agua proviene de comercios como restaurantes, talleres de giro automotriz, cromadoras, e industrias (figura 1), entre otras, contendrá altas concentraciones de materia orgánica, compuestos tóxicos y metales pesados (1). La ciudad de Hermosillo no está exenta de este problema, por lo que en el presente artículo se exponen algunas alternativas de solución.

DAGOBERTO BURGOS FLORES
Maestría en Ingeniería
Ambiental y candidato a doctor en
Ciencias en Tecnología Ambiental
Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Correo: dburgos@dicym.uson.mx

Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llaman también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales. Son residuales pues habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras sólo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN HERMOSILLO, SONORA

A través del Estudio de Diagnóstico de Planeación Integral de la Ciudad de Hermosillo, Sonora (2), la cantidad de descargas de alcantarillado fue de 185,800 aproximadamente, de las cuales el 95% son de origen doméstico, 4% de origen comercial y 1% correspondió a descargas industriales. El gasto promedio, de aguas residuales estimado es del orden de 1825 L/s (3), el cual presenta una estacionalidad verano-invierno de 2259 L/s y 1440 L/s respectivamente. La cobertura de alcantarillado en Hermosillo es del 91.25% (4). Existen en Hermosillo alrededor de 37 colonias cuyos asentamientos son irregulares y carecen de servicios, incluido el de drenaje sanitario. Se estima que el gasto promedio de aguas residuales, toda vez que se tenga una cobertura total, será del orden de 1890 L/s.

La orientación de las descargas de aguas residuales en la Ciudad de Hermosillo, hacia el poniente, cota topográfica más baja, margen izquierda de la figura 2.

Actualmente, el 90% de los 1825 L/s, el gasto promedio de aguas residuales vertidas en el sistema de alcantarillado de la Ciudad de Hermosillo, se descargan a cielo abierto en el lecho del Río Sonora, sin tratamiento alguno, a escasos 2 kilómetros del último asentamiento ubicado al poniente de la ciudad. Con esta agua se riegan aproximadamente 1,100 hectáreas de forrajes y otros cultivos como hortalizas. Además que en la zona aledaña al vertido de aguas residuales se cría ganado y se produce carne, leche y queso. El pasto cultivado con esta agua sirve de alimento para el ganado, además, se da un contacto directo entre el agua residual y las reses por ahí pastan. Es indispensable puntualizar la imperiosa necesidad de contar con un mayor control del uso que actualmente se les da a estas aguas para proteger a la población y especialmente a los agricultores y sus familias que manejan las aguas y los productos cultivados (5), así como a los consumidores de los productos mencionados. Además, la mancha urbana ya está prácticamente al lado de estos vertidos.



Aguas residuales estancadas como basureros clandestinos

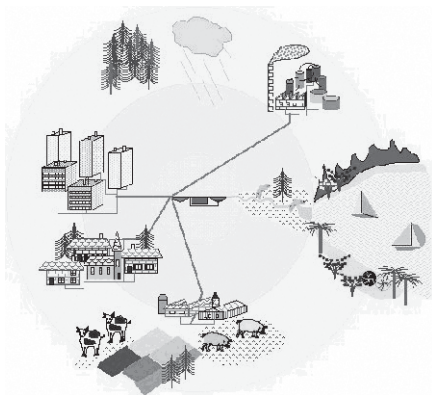


Figura 1. Origen de las aguas residuales

NORMATIVIDAD

La descarga de aguas residuales está regulada por la Norma Oficial Mexicana; NOM-001-SEMARNAT-1996, que “establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas en cuerpos receptores; corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales en donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos. Generalmente esta norma se aplica a los organismos operadores municipales de suministro y saneamiento de agua.

En caso de las aguas vertidas que no cumplan con los límites máximos permisibles de los parámetros contemplados en esta Norma, entonces se deberá dar un tratamiento a estas aguas residuales, mediante un tren convencional de tratamiento en una planta de tratamiento de aguas residuales o mediante un sistema lagunar, cuyos procesos se detallarán más adelante. Sin embargo, una vez que el agua residual ha sido tratada y no se verterá en cuerpos receptores, sino que se contempla un reuso, entonces se deberá observar la Norma Oficial Mexicana, NOM-003-SEMARNAT-1997, que “establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se en servicios al público”. Estos límites máximos permisibles de los elementos contemplados en esta norma están sujetos al tipo de reuso de esta agua.

SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Los métodos y alternativas más comunes se agrupan de la siguiente manera:

1. PLANTAS DE TRATAMIENTO

- Tratamiento primario (acondicionamiento).
- Tratamiento secundario (eliminación de la contaminación a niveles aceptables).
- Tratamiento terciario (posibilidad de reutilización total del agua).
- Manejo y disposición de lodos.

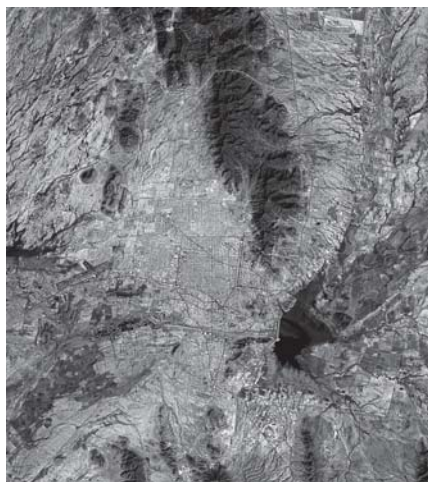


Figura 2. Vista en planta de la Ciudad de Hermosillo, Sonora (Google Earth).

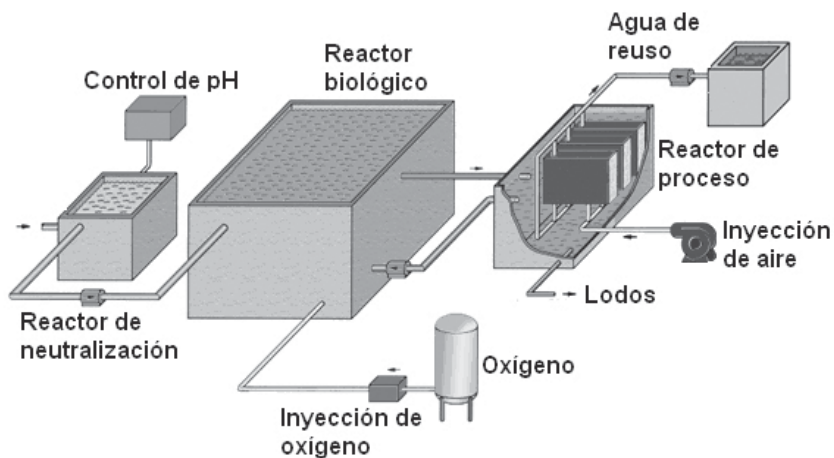


Figura 3. Procesos de un tren de tratamiento secundario del tratamiento de aguas residuales.

2. SISTEMAS LAGUNARES

Son estanques conformados perimetralmente por diques de tierra (figura 4), con profundidades menores a 5 m. Y periodos de permanencia hidráulica entre 1 a 40 días, divididos en compartimientos que tienen distintas finalidades (6). Tipos:

- Lagunas de estabilización.
- Lagunas aireadas, seguido de desinfección.
- Zanjas de oxidación, seguida de desinfección.

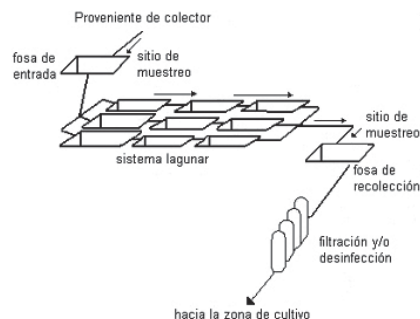


Figura 4. Esquema general de tratamiento de aguas residuales mediante sistemas lagunares



Panorámica de pastizales regadas con aguas residuales



Ganado vacuno bebiendo aguas residuales

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN FUNCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE TRATAMIENTO

Resolver la problemática del vertido de aguas residuales a cielo abierto con cualquier tipo de contaminación mediante una planta tratadora, no es sencillo, pero es factible desarrollar la tecnología adecuada para tratar y reutilizar en caso necesario el agua. Sin embargo, tanto en su etapa de construcción, operación como en la etapa de abandono se deberá tener en cuenta en todo momento el impacto ambiental que generaran estas acciones, de lo contrario se corre el riesgo de provocar más daños al entorno a los que actualmente se tienen.

A continuación se presentarán los impactos ambientales específicos en función de los tipos de tecnología establecida, normalmente empleados en el tratamiento de las aguas residuales. Considerando que las variantes de los tipos de tratamiento mencionados presentan en general similares impactos, se analizan a continuación los tratamientos biológicos de mayor aplicabilidad, considerando las variables y los efectos más significativos en el entorno tanto durante la construcción como la operación de los mismos.

En lo que respecta a un Impacto Ambiental Positivo o Negativo, se debe destacar la alta incidencia de una adecuada operación del sistema de tratamiento. Muchos problemas ambientales negativos son generados por una mala operación, como por ejemplo, la generación de olores depende de un adecuado mantenimiento de la cámara de rejillas (tratamiento primario).

A continuación se describen algunas características de ambas opciones, así como sus ventajas y desventajas:

SISTEMA 1. PLANTAS DE TRATAMIENTO

En general, los impactos al medio ambiente generados por cualquiera de las alternativas propuestas resultan ser similares, y obedecen al siguiente detalle.

a) Impacto ambiental negativo:

Etapa de construcción y de abandono: Los principales impactos debido a la construcción de las plantas, así como a la etapa de abandono, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto y son similares a los provocados por cualquier tipo de construcción:

- Generación de ruido, producto del trabajo de excavación con maquinaria pesada, carga y transporte del material de desecho, etcétera.
- Generación de ruido, producto del trabajo de excavación con maquinaria pesada, carga y transporte del material de desecho, etcétera.
- Generación de polvo en suspensión, producto de los mismos aspectos señalados en el punto anterior; la maquinaria y los camiones generan y trasladan grandes cantidades de material de excavación, que en algunos casos es utilizado como material de relleno y en otros se transporta como escombros al lugar de desecho.
- Eventual obstaculización del tránsito debido tanto a la circulación de camiones que transportan material de desecho, maquinarias y equipos, así como el ingreso del personal que trabaja en el sector.
- Alteración del medio físico natural, daño permanente de la flora y fauna nativa del lugar.
- Paisaje y estética.



Bancos de materiales pétreos (Graveras)
Para la ciudad de Hermosillo, inundadas por las
aguas residuales.



Fauna silvestre en aguas residuales

Etapa de operación: los impactos potenciales que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto, son los siguientes:

- Cuerpo receptor
- Calidad de las aguas
- Usos
- Calidad del aire
- Creación de problemas sanitarios
- Olores
- Compuestos orgánicos volátiles
- Generación de fauna nociva
- Generación de subproductos y residuos
- Ruidos
- Aspectos Sociales

Se debe destacar que estos impactos generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

b) Impacto ambiental positivo

- Fuente de trabajo para la población local durante la construcción.

- La incorporación de un sistema de tratamiento de aguas residuales representa claramente el efecto más significativo de la acción del proyecto, por cuanto suprime una eventual fuente de riesgo de contaminación del cuerpo receptor, mejorando las condiciones sanitarias de la población ubicadas tanto aguas abajo como aguas arriba del punto de tratamiento.

- Permite obtener una calidad apta para determinados usos.
- Se cumple con la normatividad.

c) Ventajas

- Alto grado de purificación
- Área requerida pequeña (para instalar la planta)
- El costo inicial de construcción es bajo
- La pérdida de carga es muy pequeña
- Es inodoro
- El barro producido tiene un alto % de N

d) Desventajas

- El volumen de lodos a manipular es muy grande
- El carácter del lodo dificulta su manejo por el peso.
- Mucho consumo de energía eléctrica. Los costos de explotación son elevados.
- Hay mucho equipo mecánico que controlar y mantener. Un inconveniente prolongado en la planta resulta en un lodo pobre y requiere mucho tiempo para remediarlo 10-20 días, produciendo un efluente de mala calidad.
- Desagües industriales o ciertos productos químicos son tóxicos o bactericidas, y destruyen el ciclo de purificación.

SISTEMA 2. SISTEMAS LAGUNARES

a) Impacto ambiental negativo

- Los movimientos de tierras y acopio de materiales producirán una alteración en la actividad diaria de las zonas circundantes a la del emplazamiento de éstas.
- Destrucción de algunas especies vegetales, producto de las excavaciones.
- Eventuales olores y proliferación de mosquitos.
- El uso del cloro como desinfectante en aguas residuales tratadas es ampliamente conocido. Las dosis varían dependiendo de las características del agua, de la calidad bacteriológica esperada en el efluente y de la necesidad de mantener cloro residual en éste. En el caso de las lagunas aireadas, la dosificación requerida no hace viable esperar generación de Cloraminas, Trihalometanos o Clorofenoles, los cuales son considerados compuestos cancerígenos.

- Eventuales olores.

- Ruidos.

- Generación de compuestos orgánicos volátiles.

b) Impacto ambiental positivo

- Mejoramiento de la calidad de los cuerpos receptores de los efluentes de la laguna: oxígeno disuelto, niveles actuales de contaminación, usos actuales y futuros.

- Se eliminarán los focos contaminantes y se mejorará la infraestructura de tratamiento existente en la zona.

- Mejoramiento de la calidad actual del aire.

- Mejoramiento del perfil de salud de la población con respecto a las principales enfermedades vinculadas a la falta de saneamiento, ya que se incrementará la calidad de los productos vegetales y animales que utilizan esta agua.

b) Ventajas

- En las lagunas con grandes períodos de retención hidráulicos, generalmente se eliminan los huevos y quistes de los parásitos intestinales, lo que no ocurre con tratamiento convencional, aún con desinfección.

- Pueden tratar gran variedad de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas cuando la carga de las mismas es biodegradable.

c) Desventajas

- En comparación a la cantidad de experiencias efectuadas, hay pocos modelos matemáticos y formulaciones de proyecto.

- En nuestro país no se han desarrollado investigaciones para obtener parámetros racionales de diseño.

- Se requiere disponer de terrenos aptos para la ejecución de la laguna.

- Deben estar alejados de la zona poblada, lo que obliga a proyectar emisarios de gran longitud.

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA LA CIUDAD DE HERMOSILLO

Como puede observarse el gasto de aguas residuales generado en esta ciudad es considerable para una sola planta de tratamiento o sistema lagunar, o una combinación de ambas. Por lo tanto, es recomendable una serie de plantas de tratamiento por sectores, utilizando la sectorización de colectores principales, y que el efluente de éstas tengan un reuso comercial. Además, se propone respetar el convenio existente con los ejidatarios de “La Yesca”, “La Manga” y “Villa de Seris”, referente a que éstos son los usuarios finales del agua residual para riego agrícola. Por lo tanto, las alternativas propuestas, respetando los acuerdos y

considerando los excedentes para reuso en la industria, son las siguientes:

- Zona Sureste, gasto de descarga de 80 L/s. Propuesta, planta de tratamiento con sistema de lodos activados, para uso industrial. Se proponen tres etapas, una de 45 L/s, otra de 30 L/s y la tercera con 15 L/s, de acuerdo a los 3 colectores de esta zona.
- Zona Noroeste, gasto de descarga de 260 L/s; agua para uso agrícola y ganadero. Se propone un sistema de tratamiento lagunar. Esta agua se sumará a la de las zonas centro y sur para complementar la cuota convenida con los ejidatarios.
- Zona Centro y Sur, gasto de descarga de 1300 L/s; agua para uso agrícola y ganadero. Se propone un sistema lagunar en tres etapas: “Villa de Seris” de 800 L/s, “La Manga” de 380 L/s y “La Yesca” de 380 L/s, aproximadamente.

CONCLUSIONES

Las plantas de tratamiento son sistemas relativamente complejos que requieren para su diseño y operación de un trabajo multi-disciplinario. Además, el malestar general de la población aledaña a estos sistemas de tratamiento es motivado por los olores que se generan, lo cual implica obras adicionales, “periféricas” a las plantas de tratamiento, pero indispensables para que la comunidad vecina las deje operar.

Estas obras y equipos adicionales, algunos de los cuales son también reactores biológicos, incrementan todavía más la dificultad del diseño, montaje y operación, e implica un buen nivel de conocimiento de los operadores a cargo.

La implementación de estos sistemas de tratamiento redundara en el cumplimiento de tres líneas estratégicas de acción del Plan Estatal de Desarrollo 2004-2009, dentro del Marco de Desarrollo Económico Sustentable e Infraestructura Competitiva que establecen:

1. Promover una política ambiental que garantice la sustentabilidad de las actividades productivas.
2. Desarrollar una política integral para el aprovechamiento eficiente y sustentable del agua.
3. Ampliar y modernizar la infraestructura y equipamiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en sus puntos: a) Impulsar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales y b) Incentivar la generación de oferta y uso de agua tratada en procesos para este tipo de servicio.

Así se cumplirá con las normas: NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.



Material petreo usado en la industria de la construcción



Banco de materiales inundadas con aguas residuales pegado a una unidad habitacional

BIBLIOGRAFÍA

1. Murillo M., Arturo. Guía para compilar información para decidir el tratamiento de aguas residuales. Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa. 1995.
2. Miranda, Arana y Velasco, S.C. Estudio de Diagnóstico de Planeación Integral, para la Ciudad de Hermosillo, Sonora”. 2005.
3. Moreno Celaya, Rubén. Tratamiento de las aguas residuales en Hermosillo, situación y perspectivas. Ponencia presentada en el Foro “El tratamiento y descarga de las aguas residuales, organizado por la Red Fronteriza de Salud y Ambiente, mayo de 2000.
4. INEGI. XII Censo de Población y Vivienda, 2000
5. Cienfuentes, Enrique. Problemas de salud asociados al riego agrícola con agua residual en México. Revista *Salud Pública en México*, Vol. 3S, Núm. 6 , noviembre-diciembre 1993.
6. Romero Rojas, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. Editorial Alfaomega. México D.F.



XXX ANIVERSARIO

DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA DE LA UNISON

JULIO CÉSAR SAUCEDO MORALES

Se presenta de manera sucinta la historia del DIFUS, departamento líder de la UNISON en ciencia y la tecnología. Se destacan: la creación de la Escuela de Altos Estudios, y con ella la del Departamento de Física; la aprobación del proyecto POEDHA en 1977, base de la fundación de lo que hoy es el DIFUS; La creación de la Maestría y del Doctorado en Física; y más recientemente de la Ingeniería en Tecnología Electrónica. Se aborda su estado actual y algunos de sus momentos estelares a lo largo de 30 años de fructífera existencia.

JULIO CESAR SAUCEDO MORALES
Doctor en Física, Área de Astronomía
Jefe del Departamento del DIFUS
Correo: jsaucedo@cajeme.cifus.uson.mx

LOS INICIOS EN LA ESCUELA DE ALTOS ESTUDIOS

En este año (2007) se celebra el XXX aniversario de la creación del Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora (DIFUS). Es un buen momento para hablar de su historia, partiendo desde aquellos lejanos momentos en que se concibió la idea de iniciar el estudio de la Física en Sonora. El primer acontecimiento relevante ocurrió hace 45 años, cuando la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES), en un plan de “regionalización”, concibió la idea de crear la Escuela de Altos Estudios, tomando como modelo a la Facultad de Altos Estudios “Melchor Ocampo” de la Universidad de Michoacán. Esta idea fue comunicada al entonces rector de la UNISON, Dr. Moisés Canale, quien se entusiasmó tanto con la idea que decidió convertirla en realidad.

En aquella época nuestra Universidad contaba con escasos 20 años de haber sido fundada, y sus carreras se orientaban de manera directa a apoyar a las principales actividades del estado. Con la creación de Altos Estudios se habrían de perseguir otros fines. En palabras pronunciadas por el Dr. Moisés Canale al Consejo Universitario el 21 de enero de 1963: “La Universidad de Sonora, una vez superadas las necesidades regionales, había dirigido su pensamiento hacia las bellezas infinitas de lo abstracto y de lo superior, preocupándose en noble gesto por la docencia humanística, puesto que no era posible una universidad carente de humanismo”.

En 1964 empezó a operar la Escuela de Altos Estudios en la UNISON, ofreciendo Licenciaturas en Letras Hispánicas, Matemáticas y Física, las cuales convivieron en un mismo edificio por casi 20 años. Para quienes estudiamos en Altos Estudios en ese período nos será difícil olvidar el ambiente cultural que ahí se respiraba. Era común ver tanto a maestros y alumnos de Letras escuchando charlas científicas, como a los de Matemáticas y Física en pláticas sobre temas literarios, lingüísticos o filosóficos. En lo personal, recuerdo una amena charla del escritor Jorge Ibargüengoitia. Las materias de Filosofía impartidas por Federico Ferro Gay, así como de grandes escritores como Juan de la Cabada, Edmundo Valadez, Mario Benedetti, José Donoso, entre otros. Por otro lado, temas como *El Último Teorema de Fermat*, impartida por el Ing. Gómez del Campo; *Cuadrados Latinos*, por el gran matemático mexicano José Adem; *Simetría*, por el Dr. Rubén Flores; *Agujeros Negros* y la *Teoría del Big Bang* ofrecida por el inolvidable maestro Eduardo Hinojosa, así como la del *Grupo de Lorentz* impartida por el maestro Antonio Jáuregui (pionero de la Física en Sonora junto con el Dr. Ricardo Rodríguez), eran abordados entre muchos más en las conferencias de Matemáticas y Física.

La belleza del edificio de Altos Estudios, los jardines en su patio interior, el huerto de naranjas agrias en su parte frontal y

el ambiente literario y bohemio (particularmente los viernes por la tarde) se conservan. Pero ya no están ahí las carreras de Física y Matemáticas, las cuales fueron reubicadas a instalaciones más espaciosas (y mucho menos atractivas), debido al proceso de departamentalización de la UNISON iniciado en 1978, en el que se crearon los Departamentos de Humanidades, Matemáticas y Física. Mayores detalles sobre la historia de la Escuela Altos Estudios y los múltiples problemas que tuvieron que enfrentarse sus maestros y alumnos han sido previamente relatados en (1) y (2), y en una revista bilingüe (3) que incluye en parte dicha historia.

Incluso antes de que iniciara la departamentalización, ya varios físicos habían externado su anhelo por empezar a realizar una tarea novedosa en la Universidad de Sonora: la de hacer investigación en Física, para lo cual solicitaban un espacio adecuado.

FUNDACIÓN Y RÁPIDO DESARROLLO DEL DIFUS

La investigación en Física en la Universidad de Sonora comenzó en noviembre de 1977, luego de que la SEP aprobara el proyecto “Propiedades Ópticas y Eléctricas de Defectos Halogenuros Alcalinos” (POEDHA). En ese inicio, la UNISON asignó a los profesores Ricardo Rodríguez Mijangos, Marcelino Barboza Flores y Alejandro Clark Bayón, un espacio físico del Museo y Biblioteca. Cabe mencionar que estos fundadores de lo que hoy es el DIFUS fueron apoyados desde un principio por el Dr. Carlos Ruiz Mejía (de quien me comprometo escribir en otra oportunidad por sus valiosas aportaciones a la Física y a las Letras Mexicanas) y otros investigadores del Instituto de Física de la UNAM.

Las primeras investigaciones se orientaron a la Física del Estado Sólido, concretamente, al estudio de defectos en halogenuros alcalinos, pero éstas pronto se ampliaron a otros campos. Fue así como al paso de los años empezó a hacerse investigación en Física-Matemática, Óptica, Semiconductores, Energía Solar, Electrónica, Estudios Teóricos y Experimentales de Superficies Metálicas, Relatividad General, Cerámicas y Vidrios, Sistemas Moleculares, Química Cuántica, Física de Radiaciones, Física Médica, Ingeniería de Materiales y Astronomía, entre otros.

Fue este inusitado desarrollo el que hizo posible que se justificara plenamente el nombre de Centro de Investigación en Física, que es lo que realmente ha sido y siempre será. Al convertirse en departamento dentro del esquema organizativo de la UNISON, adquirió el nombre que lleva actualmente, aunque para muchos de la vieja guardia nunca dejará de ser “el CIFUS”.

En 1986, el CIFUS fue trasladado al lugar que actualmente ocupa, con el fin de dar un mayor realce a dicho acontecimiento,.



El Dr. Marcelino Barboza invitó al Dr. Abdus Salam (pakistaní, Premio Nobel de Física, 1979) a inaugurar las nuevas instalaciones. Durante su estancia en la Universidad de Sonora, el 16 y 17 de julio de 1986, el Dr. Salam impartió una conferencia en la que afirmó que: “Los países del tercer mundo deben conceder mayor importancia a la ciencia y la tecnología”, y que debería seguirse el ejemplo de Japón: “Los japoneses han elevado la ciencia y tecnología al nivel de rango constitucional”.

Uno de los frutos de su visita fue la firma de un convenio entre la UNISON y el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP, en Trieste, Italia), del cual el Dr. Abdus Salam fue fundador y fungió como director hasta que su salud se lo permitió; por parte de la UNISON fue firmado por el Ing. Manuel Rivera Zamudio, entonces rector de nuestra Alma Mater. El convenio permitiría enviar hasta 5 físicos por año a participar en cursos de especialización en el ICTP. Vale la pena agregar que el ICTP actualmente lleva el nombre de Abdus Salam (4), en tributo a este gran científico y ser humano que falleciera en 1996.

PROGRAMAS EDUCATIVOS DEL DIFUS

Dos eventos de gran trascendencia en la vida del DIFUS ocurren el 16 de enero de 1984 y el 23 de octubre de 1995. En el primero, el Consejo Universitario aprueba el programa de Maestría en Física, mientras que en el segundo, el Colegio Académico aprueba el programa de Doctorado en Ciencias (Física). Ambos reconocidos por el Padrón Nacional de Posgrado de CONACYT por ubicarse entre los de mayor calidad en México. Es importante mencionar que el Doctorado en Ciencias (Física) fue el primero de todos los posgrados en Sonora en recibir tal distinción.

La población actual del Posgrado en Ciencias (Física) es de 42 estudiantes (18 de doctorado y 24 de maestría). Hasta el momento se han titulado 12 alumnos de doctorado y 50 de maestría. Algunos de los egresados y de los actualmente inscritos son estudiantes extranjeros, para quienes ahora también es posible acceder a becas de CONACYT. La gran mayoría de los egresados son investigadores y académicos reconocidos que laboran en diversas instituciones del país, habiendo alcanzado algunos de ellos los más altos niveles del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Uno de los egresados recibió en el año 2002 el Premio Nacional de Innovación Tecnológica.

Aparte del Posgrado en Física, el DIFUS tiene a su cargo el programa de Ingeniería en Tecnología Electrónica, del cual ya se graduó su tercera generación. A pesar de ser un programa relativamente nuevo, es de destacar que tiene una planta académica del más alto nivel, que ya empieza a hacer contribuciones importantes al desarrollo tecnológico de la región. Adicionalmente, muy pronto dicha planta proporcionará servicios en los cursos de electrónica a la Ingeniería en Mecatrónica (del Departamento de Ingeniería Industrial de la División de Ingeniería), de reciente creación.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA ACADÉMICA

Actualmente, 37 miembros de la planta académica del DIFUS (casi la totalidad de sus miembros activos) tienen doctorado y una amplia experiencia en investigación, lo cual se manifiesta en que 33 de ellos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (dos en el nivel III, doce en el II, once en el I y siete en el de Candidato). Así mismo, 28 de sus miembros cuentan con el reconocimiento de *Perfil Deseable* PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado de la SEP).

Existen cinco Cuerpos Académicos *Consolidados* en el DIFUS conformados de la siguiente manera:

- Estado Sólido: integrado por 4 SNI nivel II. Líder del CA: Dr. Raúl Pérez Salas.
- Fenómenos Ópticos: 4 SNI II, 5 SNI I y 1 SNI C. Líder: Dr. Felipe Ramos Mendieta.



- Física Matemática: 1 SNI III, 1 SNI II y 2 SNI I. Líder: Dr. José Luis Marín Flores.
- Física de Radiaciones: 1 SNI III, 2 SNI II, 2 SNI I. Líder: Dr. Martín Pedroza M.
- Física de Materiales Avanzados: 1 SNI II y 2 SNI I. Líder: Dr. Álvaro Posada A.

Además de los anteriores se cuenta con el CA Sistemas Electrónicos *en Formación* (1 SNI I y 3 SNI C, cuyo líder es el Dr. Rafael Benito Noriega Luna) y el de Ingeniería Molecular de Materiales en Consolidación, cuyo líder es el Dr. Rodolfo Bernal Hernández. Este CA se integró en este año y es de carácter interdivisional por participar miembros del DIFUS de la DCEN y del Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales de la División de Ingeniería. Adicionalmente, 2 compañeros del DIFUS forman parte del CA en Consolidación Propiedades Ópticas de Materiales, cuyo líder es el Dr. Mario Enrique Álvarez Ramos, del Departamento de Física. Como dato adicional, deseo mencionar que los miembros del CA Consolidado de Radiaciones recibieron el Premio al Investigador Distinguido 2006.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Debido a restricciones de espacio es difícil dar cuenta del total de investigaciones que se realizan en el DIFUS, sirva el listado de proyectos vigentes o concluidos este 2007, citado a continuación (ordenados alfabéticamente por apellido del responsable), para tener una idea del tipo de investigaciones que actualmente se llevan a cabo. Cabe resaltar que los temas relacionados con nanociencias (nanoestructuras, nanopartículas, etcétera) son los más populares. Otras líneas de investigación muy bien representadas son las de Fotónica, Nuevos Materiales, Radiaciones, Luminiscencia, Electrónica, Física Médica y Astronomía.

ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y VINCULACIÓN

Aunque las tareas principales del DIFUS son la investigación y la formación de personal de alto nivel, sus actividades no se limitan a éstas. Un alto porcentaje de sus profesores participa en actividades de divulgación y vinculación, principalmente a través de servicios (5), la publicación la Revista de Física (en colaboración con el Departamento de Física), o en eventos tales como la Reunión Universitaria de Investigación en Materiales (RUIM), Semana nacional de Ciencia y Tecnología de CONACYT, Semana de Cristalografía, Feria de la Creatividad y Vinculación Universitaria, Tianguis de la Ciencia, visitas a escuelas, programas de Servicio Social, etcétera.

Pero lo más destacable en lo que respecta a la divulgación, es la labor que por más de 18 años ha venido realizando el Área de Astronomía: 26 semestres continuos impartiendo el Curso Básico de Astronomía (10 CBAs a distancia a través de Internet), 11 años consecutivos de Temas Selectos de Astronomía, Primera Escuela de Verano (2007) para estudiantes de preparatoria, cursos (para niños, para maestros, de astronomía observacional), producción de programas de radio y televisión, programación ininterrumpida de programas educativos en WEV-TV, transmisión en vivo de la actividad solar captada en el Observatorio Carl Sagan de la UNISON, publicaciones de divulgación en revistas y periódicos, información en los medios, Consultas relacionadas con actividad astronómica, ciencias del espacio o sobre instrumentación astronómica, observaciones astronómicas para el público, observatorio del Parque Ecológico del IMADES, planetarios diversos, Observatorio Solar Virtual Mexicano, PROSOL, etc. Visite la página del Área de Astronomía (6) para enterarse mejor sobre estas y otras actividades. Dicho esfuerzo fue justamente reconocido el año 2000, al otorgársele a su responsable, el Astrónomo Antonio Sánchez Ibarra el Premio Nacional de Divulgación Científica que otorga SOMEDICYT.

De igual forma, iniciativas de miembros del DIFUS han alcanzado relevancia a nivel institucional, que después han trascendido al plano nacional. Un ejemplo de esto fue la iniciativa del M. en C. Rodolfo Peón Aguirre, quien en 1998 tomara la responsabilidad de desarrollar el proyecto de Educación Continua Abierta y a Distancia (7), con el propósito de facilitar la



Participantes del Primer Encuentro Internacional de Física, organizado en ocasión del vigésimo aniversario del DIFUS.

incorporación de las tecnologías de la información y comunicaciones a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Otro ejemplo es el de la creación del Programa Institucional de Transferencias de Tecnología TxTec (8), concebido y dirigido desde su inicio por el Dr. Luis Efraín Regalado. Este programa se ha distinguido por su contribución a la vinculación tecnológica de la Universidad de Sonora con la sociedad civil, específicamente atendiendo a emprendedores, empresarios y relacionándose con sectores del gobierno.

CELEBRACIONES DEL DIFUS:

Encuentros y Congresos Internacionales de Física

Para celebrar el XX aniversario de su fundación, del 5 al 7 de noviembre 1997 se llevó a cabo el I Encuentro Internacional de Física, con la presencia de los doctores Willis Lamb (Premio Nobel de Física, 1955), y Nicolaas Bloembergen (Premio Nobel de Física, 1981), además de varios científicos de diversos lugares del Mundo. Del 25 al 27 de noviembre de 2002, se celebró el XXV aniversario con el II Encuentro Internacional de Física, el cual fue organizado con una estructura similar al primero y de nuevo contó con la presencia del Dr. Nicolas Bloembergen.

Con motivo del XXX aniversario, del 10 al 12 de octubre de 2007 se realizó el III Congreso Internacional de Física, el cual consistió en 4 simposios simultáneos los que abarcaron algunas de las principales temáticas de investigación del DIFUS. Asistió un nutrido grupo de especialistas de todo el mundo.

CONCLUSIÓN

Los índices mencionados anteriormente, el alto número de publicaciones internacionales en revistas con arbitraje (5), la solidez de sus programas educativos, el alto número de tesis de posgrado que se dirigen, el alto número de convenios con instituciones nacionales y extranjeras, la fuerte interacción con investigadores de todo el mundo, el gran número de proyectos de investigación con financiamiento externo, y el gran impacto social de sus programas de divulgación, califican al DIFUS como el departamento con mayor habilitación académica y productividad científica de la Universidad de Sonora. Pero estamos convencidos que lo mejor está por venir. El DIFUS representa un enorme potencial para el estado de Sonora, el cual podría contribuir significativamente al desarrollo regional. Pero para lograrlo se requiere un mayor apoyo, ya que las instalaciones en que se trabaja no son las idóneas, y los recursos que se reciben de los proyectos de investigación son insuficientes para dotar a los laboratorios con el equipo de primer mundo que permitiría aprovechar al máximo todo el talento reunido en éste ya no tan joven departamento al que llamamos DIFUS o CIFUS. Ya para concluir, deseo enviar un mensaje de agradecimiento a sus fundadores, y a todos los que de alguna forma han contribuido a convertir al DIFUS en uno de los máximos orgullos de la Universidad de Sonora

¡ Felicidades por sus 30 años !

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (LO MÁS REPRESENTATIVO)

No.	NOMBRE DEL PROYECTO / RESPONSIBLE	FUENTE PPAL.
1	Análisis de la guía de onda de un amplificador óptico de semiconductor masivo, empleando el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo / Dra. Milka del Carmen Acosta E.	CONACYT
2	Estudio de compensadores de dispersión en fibras de ópticas / Dra. Milka del Carmen Acosta	PROMEP
3	Estudio de defectos en películas delgadas de CDS depositadas por baño químico / Dra. Susana Álvarez García	CONACYT 52514-F
4	Fabricación y caracterización de materiales láser de estado sólido mediante un proceso de Sol-Gel / Dr. Humberto Arizpe Chávez	DCEN UNISON
5	Modelo del colapso gravitacional / Dr. Guillermo Arreaga García	N/A
6	Irradiación de alimentos: efectos y técnicas de detección / Dr. Marcelino Barboza Flores	UNISON PI/026
7	Procesos excitónicos y creación de defectos en $KCl:Br^{1-x}Eu^{2+}$ cercanos a $(Eu^{2+} - V)$ relacionados con TL, LOE y Ag. / Dr. Marcelino Barboza Flores	CONACYT 32069-E
8	Estudio del Fenómeno de fototransferencia asociado a la respuesta termoluminiscente y de luminiscencia ópticamente estimulada en materiales dosimétricos / Dr. Marcelino Barboza	CONACYT
9	Irradiación de alimentos: efectos y desarrollos de tecnologías para la detección y determinación de la dosis retrospectiva / Dr. Marcelino Barboza F.	UNISON
10	Procesos de afterglow, luminiscencia térmicamente estimulada y luminiscencia ópticamente estimulada en $KCl:Eu^{2+}$ y $KBr:Eu^{2+}$ expuestos a radiación ionizante y UV / Dr. Marcelino Barboza Flores	CONACYT
11	Fabricación y caracterización de nuevos fósforos micro y nanoestructurados para dosimetría de radiación mediante luminiscencia ópticamente estimulada. / Dr. Marcelino Barboza Flores	UNISON
12	Caracterización óptica de líquidos contaminados o inflamables desde el UV el infrarrojo cercano / Dr. Dainet Berman Mendoza	CONACYT
13	Síntesis de nuevos fósforos de caso $4:xy.Na_2S_{0.4-x}(XOEL,CE,TM)$ y su caracterización termoluminiscente al ser expuestos a radiación ionizante / Dr. Rodolfo Bernal Hernández	CONACYT
14	Nanoestructuras, Cristales Fotónicos y Superconductividad / Colaborador: Germán Campoy, Dr. Raúl Riera Aroche	DIP/ UNISON
15	Síntesis de Nanopartículas Metálicas y Semiconductores en Zeolitas Naturales / Dr. Mario Flores Acosta	P/PIFI 2005-26-07
16	Transporte de energía electromagnética entre fuentes sublongitudinales de onda y nanopartículas metálicas / Dr. Raúl García Llamas	CONACYT
17	Interacción de Cristales Fotónicos con Nanoestructuras / Dr. Jorge Gaspar Armenta	CONACYT
18	Investigación y desarrollo de sistemas óptico-digitales para el procesamiento de información tridimensional / Dr. Luis A. González López	CONACYT 44071-A1
19	El método de diferencias finitas dependiente del tiempo para el análisis y diseño de estructuras de bandas fotónicas prohibidas / Dr. Jesús Manzanares Martínez	CONACYT 44066
20	Propiedades ópticas electrónicas de materiales nanoestructurados / Dr. José Luis Marín F.	PIFI 3.2
21	Propiedades contráctiles de la Vorticella Sp. con Técnicas de AFM / Dr. José Luis Marín F.	CONACYT,Posdc.
22	Dinámica del Medio Interestelar alrededor de estrellas masivas / Brenda Pérez Rendón	CONACYT
23	Estudio de nanoestructuras y defectos en halogenuros / Dr. Raúl Pérez Salas	PROMEP
24	Structure, Stability and Catalytic Activity of Pd/Pt and Ni/Pd Nanoparticles: Theoretical and Experimental Studies / Dr. Álvaro Posada Amarillas	CONACYT 24060
25	Propiedades Ópticas y Acústicas de Materiales Compuestos / Dr. Felipe Ramos Mendieta	CONACYT
26	Propiedades físicas de sólidos estructurados diseño, construcción y caracterización óptica de nuevos materiales compuestos / Dr. Felipe Ramos Mendieta.	PROMEP
27	Condensación de Bose Einstein en sistemas de átomos y moléculas débilmente interactuantes atrapados magnéticamente	CONACYT
28	Ciencia y Educación: Observatorio Virtual Solar Mexicano / L. Hernández, Antonio Sánchez	CUDI-CONACYT
29	Subproyecto: Campos de Pruebas de Helióstatos del Proyecto Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar / Dr. Claudio Estrada, Dr. Luis Efraín Regalado	CONACYT
30	Equipamiento de Laboratorio para Desarrollo de Instrumentos / Dr. Luis Efraín Regalado	PYME
31	Cálculo propiedades estructurales, micro estructura y dinámicas en cristales coloidales / Dr. Efraín Urrutia Bañuelos	CONACYT
32	Equipo de prueba de componentes electrónicos pasivos de nivel industrial / Dra. Alicia Vera Marquina	CONACYT SON-2004-C3-010

BIBLIOGRAFÍA

- Desarrollo Histórico de la Física en la Universidad de Sonora, A. Castellanos y A. Jáuregui Días, Revista Mexicana de Física 32 No.4 (1986) 559-572
- La Escuela de Altos Estudios y su Influencia en la Educación en Sonora, J. Ontiveros Almada, Sonora: Apuntes para la Historia de la Educación.Sociedad Sonorense de Historia, Impresora La Voz de Sonora, primera edición, 1999.
- Una Breve Historia de la Física y de la Astronomía en la Universidad de Sonora, J. Saucedo, Horizontes Revista de encuentro entre Sonora y Arizona (publicación bilingüe) Año 7, v 14, 33-37 (2002).
- <http://www.ictp.it/pages/mission/salam.html>
- <http://cajeme.cifus.uson.mx/>
- <http://cosmos.astro.uson.mx/>
- <http://www.educadis.uson.mx/>
- <http://www.txtec.uson.mx/>



Foro para presentar la problemática que se tiene en materia metrológica en el cluster automotriz.

LA IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA: VINCULACIÓN CON LA INDUSTRIA EN SONORA

LA METROLOGÍA ES LA CIENCIA DE LAS MEDICIONES.
LAS MEDICIONES SON LOS “OJOS” DE UN PROCESO.

MARTÍN CHÁVEZ MORALES

La economía nacional se enfrenta a la necesidad de fortalecer el nivel de competitividad de su industria. La globalización plantea como una de sus exigencias la adopción de sistemas de aseguramiento de calidad internacionalmente reconocidos, tales como el ISO 9000. Esto conlleva a la necesidad de asegurar la validez de sus mediciones, lo que sólo es posible a través de la calibración de sus instrumentos con respecto a los patrones con trazabilidad. Es así como la Universidad de Sonora toma la iniciativa de promover la creación del Centro de Asistencia Metrológica. En el presente documento se exponen sus objetivos, estrategias, actividades realizadas y proyectos estratégicos.

El Centro de Asistencia Metrológica en la Universidad de Sonora
MARTÍN CHÁVEZ MORALES
Maestro en Ciencias
Responsable de la Unidad del Centro de Metrología
Departamento de Ingeniería Industrial,
Correo: mchavez@industrial.uson.mx

Hasta hace algún tiempo, la inexistencia en el país de patrones reconocidos y con trazabilidad internacional, obligaba a las empresas a realizar una gran parte de sus calibraciones en el extranjero, con los inconvenientes de que ello implica: costos elevados, tiempo de transporte, etcétera. La industria se encuentra inmersa en los procesos de normalización y certificación con el fin de ofrecer una garantía de calidad y de hacer de esta calidad consistente. Con este antecedente se crea el Centro Nacional de Metrología (CENAM) en México, el cual es el instituto descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con objeto de llevar acabo funciones de alto nivel técnico en materia metrológica. Esta institución ha planteado la necesidad de crear laboratorios secundarios para descentralizar las actividades de calibración y que cubran todo el país con el fin de satisfacer los requerimientos metrológicos de diversos sectores productivos. La distribución de los laboratorios acreditados en el país presenta una gran asimetría, ya que su concentración es notoria en la zona metropolitana en la ciudad de México, donde se concentra aproximadamente el 60% de los laboratorios. Es así como surge la iniciativa de crear el Centro de Metrología en el Estado de Sonora, el CAM.

EL ESTADO DE SONORA Y LA INDUSTRIA

El Estado de Sonora se encuentra en la parte noroeste del país, colinda al norte con Estados Unidos de América, al este con el estado de Chihuahua, al sur con el estado de Sinaloa y al oeste con el estado de Baja California. Está conformado por 72 municipios, entre los cuales podemos destacar Hermosillo, Nogales, Agua Prieta, San Luis Río Colorado, Guaymas, Cd. Obregón y Navojoa. En la tabla 1 se muestran los sectores productivos:

Tabla 1. Distribución de porcentajes de los sectores productivos del Estado de Sonora.

PRIMARIO	16,3%
Agricultura	10,3%
Ganadería	3,7%
Silvicultura	0,1%
Pesca	2,3%
SECUNDARIO	33,1%
Minería	7,2%
Industria Manufacturera	12,2%
Construcción	9,8%
Electricidad	3,9%
TERCIARIO	50,6%
Transporte y Comunicaciones	5,5%
Comercio	22,3%
Turismo	5,1%
Otros Servicios	17,7%

En todo el estado se tiene aproximadamente 246 maquiladoras, las cuales dan empleo aproximadamente a 105 391 personas.

De acuerdo a la importancia que tiene el sector industrial (industria maquiladora) en el país y en Sonora, es importante impulsar su desarrollo para no depender de las actividades primarias típicas del estado.

Un área importante en los procesos industriales son las actividades relacionadas con los estudios metrológicos, las cuales permiten cumplir con estándares de calidad y así incursionar en los mercados internacionales.



Figura 1. Calibrador vernier



Figura 2. Máquina de medición por coordenadas



Figura 3. Microscopio Kestrel

Con la información anterior, se considera necesario encaminar acciones para lograr una infraestructura metrológica acorde a las necesidades y al desarrollo dinámico de la entidad.

INICIO DEL PROYECTO

En el año 2003, la Universidad de Sonora y la Universidad de Baja California desarrollaron un proyecto conjunto apoyados por el sistema de Mar de Cortes (SIMAC) y CONACYT, con el fin de diagnosticar las necesidades de servicios de metrología en la región noroeste del país.

ESTRATEGÍA DE DESARROLLO

El 14 de septiembre de 2004, se organizó, en las instalaciones de la Universidad de Sonora, el Primer Foro Sobre Laboratorios de Certificación y Metrología organizado por SIMAC y CONACYT; llegándose a concluir, entre otros aspectos, la necesidad de crear una red de servicios de metrología y un organismo que coordinara dichas actividades.

EL CENTRO DE ASISTENCIA METROLÓGICA (CAM)

Bajo las consideraciones anteriores, se desarrolla en el año 2005, con apoyo del fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Sonora, el proyecto “Estudio para Desarrollar un Centro de Metrología”, teniendo como objetivo primordial elaborar un documento que permitiera determinar la factibilidad técnica y económica para crear un Centro de Metrología. La metodología fue la siguiente:

En México, Sonora y Baja California representan el 39% del total de maquiladoras existentes en el país. Se aplicaron 239 encuestas, distribuidas de acuerdo al grupo. Los resultados los podemos observar en la tabla 2 que se presenta a continuación:

Tabla 2. Porcentaje de tipos de empresas en el Estado de Sonora

GIRO	CANTIDAD	%
Micro empresas	25	10.46 %
Laboratorios	15	6.27 %
Industria maquiladora	199	83.26 %

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas son las siguientes:

- El 56.5% de las encuestas se aplicaron en Hermosillo.
- En la región Norte y centro del Estado se encuentra más del 95% de la industria.
- De acuerdo a información de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), en el Estado de Sonora solamente existe un laboratorio acreditado en las dimensiones de Dimensional, Dureza, Eléctrica, Par torsional, Masa y Temperatura.
- El número de instrumentos que son calibrados se muestran por orden de mención en la tabla 3 distribuidos por área de interés.

- El 78% de las empresas encuestadas han mencionado que por la práctica de calibrar sus instrumentos de medición oportunamente, se ha evitado fabricar una gran cantidad de productos defectuosos.
- Alrededor del 80% de los casos corresponden a las áreas dimensional y eléctrica.
- El 70% de los servicios de calibración requeridos por las empresas son cubiertas por laboratorios externos de calibración.
- El 18% de los servicios de calibración externos son proporcionados por laboratorios extranjeros.
- El 92% de las empresas no cuentan con metrólogos de carrera.
- Respecto a los servicios requeridos de asesorías, el 44% mencionó de la necesidad que tienen de cursos de capacitación, los porcentajes de las áreas los podemos observar en la tabla 3.

Los cursos más requeridos son:

- Estadística
- Control Estadístico del Proceso
- Estudios RyR
- Manejo de CMM
- Diseño de Experimentos

ÁREA	NÚMERO	PORCIENTO
Dimensional	381	68,5%
Eléctrica	60	10,8%
Masa	32	5,8%
Instrumental	32	5,8%
Presión	19	3,4%
Temperatura	17	3,1%
Densidad	13	2,3%
Tiempo	2	0,4%
Total	556	100,0%

Tabla 3. Porcentajes de las áreas de capacitación más demandados

VISIÓN Y MISIÓN:

VISIÓN:

- En el Año 2012, el Centro de Asistencia Metrológica (CAM) de la Universidad de Sonora realizará servicios de

calibración, medición, pruebas, capacitación, asesoría e investigación en las áreas de interés de la región; aprobado por empresas, entidades de acreditación, organismos de certificación y dependencias oficiales.

- El CAM ofrece soporte en acreditación, normalización y evaluación de la conformidad, y además impulsa el desarrollo de proyectos académicos de investigación tecnológica e innovación.

MISIÓN:

- El Centro de Asistencia Metrológica (CAM) es una entidad que realiza servicios de medición, calibración, capacitación, asesorías e investigación académica a toda empresa, institución o persona que lo solicite.
- El compromiso por parte del personal de este centro es el cumplimiento de los siguientes principios de comportamiento: Imparcialidad, Integridad.

LABORATORIOS Y SISTEMAS DEL CAM

De acuerdo el análisis de la demanda de la industria de la región, el CAM contará con los laboratorios, sistemas y equipos que se muestran en la figura 4:

LABORATORIO	SISTEMAS
1. Laboratorio Dimensional	1.1 Sistema para calibraciones de baja exactitud (patrones, mesas de trabajo, implementos, etc.)
	1.2 Sistemas para mediciones de forma: redondez, planitud, rectitud, etc.
	1.3 Rugosímetro.
	1.4 Máquina de medición por coordenadas y equipo CAD-CAM
2. Laboratorio de análisis metalográfico	2.1 Sistemas de microscopios electrónicos.
	2.2 Equipo para preparación de muestras.
	2.3 Granulometría, etc.
3. Laboratorio de fuerza, par y dureza	3.1 Sistema de medición y calibración de torque.
	3.2 Sistema de calibración de celdas de carga y medición de fuerza.
	3.3 Sistemas para pruebas de tensión y compresión.
4. Laboratorio de vibraciones	4.1 Sistema para medición de vibraciones e impacto
	4.2 Sistema para mediciones acústicas
	4.3 Sistema para mediciones ultrasónicas

Tabla 4. Laboratorios y sistemas del Centro

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DEL CENTRO

A continuación se presentan algunos de los instrumentos y equipos de medición con los que cuenta el CAM.

Instrumento de medición utilizado en la industria metalmecánica, es el vernier (fig.1) que nos sirve para hacer mediciones de exteriores, interiores y profundidades.

En la figura 2 se observa una Máquina de Medición por Coordenadas (CMM), la cual realiza mediciones de gran exactitud, la realiza mediciones en tres ejes X,Y y Z.

En la figura 3 observamos un microscopio de visión rápida para hacer mediciones en dos ejes X, Y, dichas mediciones se realizan sin tocar la pieza a medir.

El CAM nace como un proyecto de la División de Ingeniería, en las áreas del Departamento de Ingeniería Industrial. La estrategia actual es formar una red con laboratorios internos de la Universidad de Sonora y laboratorios externos en la localidad, de tal manera que cualquier empresa o institución que requiera de servicios en materia de metrología, pueda satisfacerse de a cuerdo a la siguiente gráfica (figura 5):



Figura 5. Valor agregado en asistencia metroológica

PLAN DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Para que el recurso humano pueda desarrollar eficientemente su función, se elaboró un plan de desarrollo de competencias metroológicas a través de la impartición de cursos de capacitación. A continuación se describen algunos de ellos:

1. Curso de capacitación: “Introducción a la metrología y estimación de incertidumbre”. Impartido por los especialistas Luis Omar Becerra Santiago y Juan Carlos Bermúdez Gutiérrez.

2. Curso de capacitación en “Calibración de Instrumentos de Dimensional”. Impartidos por los especialistas Mario Díaz

Orgaz y Efraín Calva Gómez, del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial de Querétaro.

3. Curso de capacitación: “Curso Básico de Metalografía”, impartido por los especialistas José Manuel Juárez García y Froylán Martínez.

El desarrollo de proyectos integradores en materia metrológica con grandes y pequeñas empresas es una actividad primordial para el CAM, los cuales en algunas ocasiones son propuestas de diferentes fondos de apoyo del CONACYT, Gobierno del Estado y Gobierno Federal.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Pese a su poco tiempo de haberse creado el CAM ha realizado las siguientes actividades:

- Capacitación a la empresa Analítica del Noroeste en “Cálculo de Incertidumbre”
- Capacitación a la Empresa Volex en “Bases Estadísticas para el cálculo de Incertidumbre”.
- Capacitación a la Empresa Armadillo Operaciones en “Interpretación de planos GDT”.
- Capacitación a la empresa Thermacore en “Manejo de CMM”.
- Calibración de calibradores a la empresa LATINOX.
- Mediciones con CMM a partes de la empresa LEONI CABLE.
- Taller dirigido a alumnos de “Metrología, Calibración e Interpretación de Planos”.
- Se ha participado en tres Diplomados con modulo de “Metrología, Calibración e Interpretación de planos”.
- Análisis Metalográfico y Suciedad a Ford de Hermosillo.
- Se desarrolló un Foro para la Industria automotriz el pasado 22 de junio.
- Mediciones de tensión a partes de la empresa Gabinetes y Laminados.
- Se organizó Foro para laboratorios de Calibración en el año 2004.
- Se firmó convenio de Colaboración con el Centro Nacional de Metrología (CENAM).
- Apoyo para desarrollar el Foro a MiPyME-TECH (13 de diciembre 2006)

Hermosillo, Sonora, a 6 de Junio de 2007



- Estudio de análisis y puesta en marcha de Máquina de Medición por Coordenadas de la empresa IRMI.

- Actualmente, se están realizando propuestas de proyectos a la empresa Autopartes de Precisión de Santa Ana, Sonora, y posible firma de convenio.

- Se está implementando un proyecto académico en la Universidad de Sonora denominado “Formación en Metrología en las carreras de Ingeniería, Ciencias Exactas, Naturales y Biológicas”.

PROYECTOS INTEGRADORES

Un aspecto importante del CAM es mantener un diálogo constate con los diferentes sectores relacionados con el desarrollo económico del estado, para ello ha definido una serie de proyectos que le permitan ser parte del engranaje de competencias del estado. A continuación se describen algunos de ellos

1. Proyecto Académico CENAM-UNISON, Curso-Taller de Metrología UNISON, Hermosillo, Sonora, 23-25 de abril de 2006.

Tiene como objetivo fortalecer los programas académicos de la División de Ingeniería y de la División de Ciencias Exactas y Naturales.

2. Foro Impacto de la Metrología en la Industria Automotriz. Planta FORD Hermosillo, Sonora, junio 22 de 2006.

3. Foro para presentar la problemática que se tiene en materia metrológica en el cluster automotriz.

4. Proyecto de fortalecimiento metrológico de empresas del cluster automotriz de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

5. Foro MIPYMETECH 2006 en coordinación con la Secretaría de Economía del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, diciembre 13 de 2006.

Su objetivo fue presentar la problemática que se tiene en materia metrológica en el sector de la micro y pequeña empresas (MiPyMEs).

6. Proyecto: Capacitación en Metrología a MiPyMEs.

Inicio del programa de capacitación para empresas Sonorense, 06 de junio del 2007.

7. Fase I: Capacitación en áreas de metrología a MiPyMEs.

CONCLUSIONES

La problemática que se presenta en las empresas y en los diferentes sectores de la sociedad son tan complejos y diversos que requieren de la participación de diferentes entidades como son: gobierno, empresas, instituciones educativas y centros de investigación. En el CAM se han desarrollado proyectos y foros con estas características como son: Proyecto CONACYT para FORD-PROVEEDORES y el proyecto con las MiPyMEs, apoyados por la Secretaría de Economía del Estado. También se han conformado grupos interdisciplinarios para atender los requerimientos de los diversos sectores de la sociedad. El Centro de Asistencia Metrológica es una realidad en Sonora, dentro de sus expectativas esta el constituirse como un proyecto fundamental para el desarrollo de la industria en Sonora, en miras a fortalecer la competitividad de las empresas y la vinculación entre la Universidad de Sonora y el sector productivo del estado, de la región y del país. Para mayor información favor de contactarse con el M.C. Martín Chávez, responsable del Centro.



JARDINES DESÉRTICOS: UN REENCUENTRO CON NUESTRA IDENTIDAD REGIONAL

JOSÉ JESÚS SÁNCHEZ ESCALANTE

El uso de plantas nativas en los jardines residenciales del Estado de Sonora no debe ser sólo una propuesta para ahorrar agua, también debe ser un medio para que la población sonoreense adquiriera una identidad con su medio ambiente natural. El llevarlo a cabo es compromiso de todos los sectores de la población: gobierno y sociedad civil.

JOSÉ JESÚS SÁNCHEZ ESCALANTE
Investigador del Departamento de Investigaciones Científicas
y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.
Presidente de la Asociación para las
Plantas Nativas de Sonora, A.C.
Correo: jsanchez@guayacan.uson.mx

PLANTAS NATIVAS VERSUS NO-NATIVAS

Antes de que los europeos llegaran a nuestra región, los pobladores de aquel entonces no conocían otras plantas que no fueran las plantas nativas. Con la llegada de los españoles a México, y durante la colonización del noroeste de México, éstos y los mexicanos que los acompañaron desde el sur trajeron consigo plantas de Europa, y de regiones tropicales y templadas de México. Ese gusto por las plantas exóticas no-nativas prevalece hasta nuestros días en la región. Es así como, en varias ciudades del Estado de Sonora, podemos ver árboles grandes como yucatecos y benjamins, o especies de ceibas gigantes que no sólo consumen grandes cantidades de agua sino que, al igual que los anteriores, también causan graves daños a las tuberías de agua y drenaje, y a las cimentaciones y paredes de casas y edificios públicos.

JARDINES DESÉRTICOS

Ciudades con clima desértico como Phoenix y Tucson, en el vecino Estado de Arizona, nos llevan más de 50 años de ventaja en el uso de jardines desérticos, y cuentan, además, con una legislación que conlleva el uso de plantas de bajos requerimientos de agua para ahorrar este recurso. Así es posible ver, en los jardines de aquellas ciudades vecinas, plantas nativas como palo verde, palo brea, palo verde azul, palo fierro, mezquite, agaves y cactáceas, además de plantas arbustivas como la vara prieta, y una larga lista de herbáceas de temporada que también son nativas a Sonora.

Al igual que en otras ciudades del Estado, en la ciudad de Hermosillo se hacen esfuerzos por iniciar esta transformación, re-vegetando algunos sitios públicos con árboles como el mezquite (aunque lamentablemente se ha optado por una especie no nativa como el llamado mezquite chileno), palo brea, palo fierro, y tepeguaje, entre otros; sin embargo, la mayoría de éstos se han establecido sin atender a un diseño paisajístico apropiado. Es muy grande el potencial que tienen nuestras ciudades de lucir jardines desérticos que superen en belleza a las ciudades de Arizona, ya que vivimos en una región prácticamente libre de heladas, lo que permitiría utilizar sin riesgo una mayor diversidad de especies de plantas del desierto sonorense, sobre todo algunas más tropicales como los torotes y guayacanes.

En la actualidad, el agua no puede considerarse un recurso ilimitado, y ello ha generado una filosofía de conservación a través de jardines creativos, acuñándose el término: jardines xéricos, áridos, o desérticos.

CON LOS JARDINES DESÉRTICOS SE AHORRA AGUA

En las regiones áridas como la nuestra, el agua viene a ser un elemento escaso, y una alternativa de conservación de este recurso son los jardines desérticos. Estos jardines ayudan a conservar agua y están basados en prácticas sostenibles de horticultura. La característica principal de estos jardines es que utilizan el agua de manera conservativa, evitando así su desperdicio.

Se estima que alrededor del 50% del agua potable suministrada en ciudades de Estados Unidos y otros países, incluyendo a México, se utiliza para regar jardines exteriores. Sin embargo, esta cifra puede resultar más alta si se llevan a cabo estimaciones más precisas sobre el desperdicio de este recurso. Hay un interés creciente en la conservación del agua considerando no solamente las temporadas de sequía, sino además el crecimiento de la población.

Si es mantenido apropiadamente, un jardín desértico que utilice plantas nativas utilizará menos de la mitad de agua de un jardín tradicional, llegando incluso a un ahorro de hasta 75 por ciento. Cuando este jardín esté bien establecido, requerirá de menos mantenimiento que un jardín con pasto y plantas exóticas.

LAS PLANTAS NATIVAS NOS DAN IDENTIDAD REGIONAL

En el Estado de Sonora existe una falta generalizada de identidad regional con respecto a nuestras plantas nativas sonorenses; para ello es necesario que la población conozca las plantas que crecen en su entorno natural (árboles, arbustos, cactáceas, agaves, y herbáceas de temporada), mismas que de estar disponibles podrían ser utilizadas en los jardines desérticos. Desde un punto de vista económico, el impulso de la jardinería del desierto provocaría una demanda de plantas nativas entre la población, abriéndose una oportunidad de mercado para la producción en vivero de estas especies.

VENTAJAS DE USAR PLANTAS NATIVAS

Son muchos los beneficios que se obtienen al implementar un buen diseño de jardín desértico; sin embargo, podemos destacar los siguientes:

- Reducción significativa del consumo y costo de agua.
- Creación de una identidad regional al utilizar plantas nativas.
- Reducción en el costo de mantenimiento de jardines.



- Recreación de nuestro medio ambiente natural original, ya que las plantas nativas atraerán fauna nativa como diversas especies de aves y mariposas.
- Fomento de una conciencia de conservación y aprecio del medio ambiente.
- Establecimiento de oportunidades en un mercado emergente en la región: el de la producción en vivero de plantas nativas ornamentales, y el de paisajismo del desierto.
- Un jardín desértico diseñado adecuadamente contribuirá a incrementar el valor de las propiedades.

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROMOCIONAR JARDINES DESÉRTICOS

A pesar de todas estas ventajas, todavía existe una gran resistencia de la población a abandonar la práctica de utilizar plantas exóticas o no nativas en los jardines Sonorenses; aunque gran parte de esto se debe también a la escasa oferta de plantas nativas en los viveros locales. Creo que las diferentes instancias de gobierno, federal, estatal, y municipal deben de tomar cartas en el asunto, y legislar sobre la utilización de plantas con bajos requerimientos de agua, principalmente plantas nativas, en los jardines tanto públicos como privados de Sonora. Claro está que, a la par con las obligaciones, también deberán de ofrecerse incentivos al usuario como por ejemplo, el otorgamiento de tarifas reducidas en el servicio de agua a quienes hagan la conversión a jardines desérticos.

Lo anterior seguramente ocasionará un incremento en la demanda de especies nativas, por lo que paralelamente deberá resolverse el problema de la falta de oferta; en ese sentido, será necesario impulsar el establecimiento de viveros que puedan satisfacer esa demanda creciente. Las instancias ambientales gubernamentales, como la SEMARNAT, deberán facilitar los trámites y agilizar la resolución de los mismos para que los empresarios o viveros puedan producir plantas nativas comercialmente. No se debe de perder de vista que esto será también una estrategia de conservación de especies, cuyos hábitats se encuentran amenazados en la mayoría de los casos.

Un aspecto muy importante a considerar por los gobiernos, es la necesidad de establecer jardines botánicos con áreas demostrativas para educar a la población, tanto en el conocimiento como en el uso de las plantas nativas en los jardines residenciales. La gran ventaja de implementar un jardín botánico es que también se lleva a cabo la conservación de especies de plantas a la par con la educación.

INFORMACIÓN SOBRE PLANTAS NATIVAS

Con excepción de escasos libros sobre plantas medicinales, actualmente no existen obras impresas en español con información sobre las plantas nativas sonorenses; sin embargo, durante más de 11 años y a través del Herbario USON, la Universidad de Sonora ha venido reuniendo una gran cantidad de información sobre las plantas silvestres del Estado de Sonora. Muestras secas de casi 3000 especies del Estado se encuentran almacenadas ordenadamente en la colección del herbario. Dicha colección es de acceso público y puede ser consultada

para obtener de las etiquetas información diversa sobre las plantas nativas de Sonora. Un catálogo con información de 487 plantas silvestres de Sonora en formato CD-ROM está disponible a bajo costo a través del Herbario USON (<http://herbario.uson.mx>).

LA APNSAC: UN ESFUERZO POR EDUCAR

La responsabilidad de educar no compete solamente a los gobiernos o a las instituciones educativas, también lo es de la sociedad civil. Así, en agosto de 2004 y en el seno de la Universidad de Sonora, se fundó la Asociación para las Plantas Nativas de Sonora, A.C. (APNSAC, <http://www.apnsac.org>), como una organización no lucrativa con la misión de compartir el aprecio, conocimiento, e interés por la conservación de las plantas nativas del Estado de Sonora, México.

Desde su fundación, los miembros de la APNSAC han llevado a cabo diversas actividades con el propósito de cumplir con su misión y objetivos. Una de las principales han sido las excursiones, en donde los participantes conocen las plantas nativas en sus ambientes naturales, e identifican también las especies invasoras; además, registran y fotografían las flores de temporada, adquiriendo una visión distinta de nuestros paisajes regionales. Todo esto parte del principio básico: *No se puede apreciar lo que no se conoce*.

Otra actividad importante han sido las reuniones, en donde se imparten conferencias, seminarios y cursos de entrenamiento y capacitación sobre las plantas nativas regionales; éstos son presentados por especialistas que participan en la APNSAC, o por especialistas externos en apoyo a la agrupación.

Para divulgar sus actividades, la APNSAC cuenta con un foro en línea (<http://foro.apnsac.org>) en el cual, quien así lo desee, puede expresar sus opiniones ó publicar artículos sobre las plantas nativas y su conservación. Dicho foro también sirve para publicar avisos y comunicados para los asociados y público en general. En coordinación con el Herbario USON, la APNSAC formó el Club estudiantil de Plantas Nativas Sonorenses (<http://estudiantes.apnsac.org>) con la participación de estudiantes de diferentes carreras de la Universidad de Sonora.

EL COMPROMISO DE CONSERVAR NUESTRA RIQUEZA NATURAL

A pesar de todos estos esfuerzos, y desplazándose a una mayor velocidad, el glotón insaciable de la mancha urbana continúa devorando nuestro desierto sonorense, y en vez de reservar en lo posible áreas con nuestra vegetación nativa, insistimos en reemplazarla con especies no nativas, pagando por establecerlas y mantenerlas atractivas a nuestra vista un precio muy alto: nuestra preciada agua.

Resulta muy lamentable observar en los alrededores de Hermosillo la pérdida de nuestras escasas áreas naturales, ricas aun en especies de flora y fauna nativas, en donde todavía es posible escuchar el tranquilizante sonido del viento, en vez del estruendo de los vehículos en las calles y avenidas, y el canto de las aves en lugar del sonido estridente de los altavoces publicitarios de algún comercio local, amplificando la voz melodiosa de un desaparecido y popular cantante gruperero.

Como Sonorenses, debemos de asumir el compromiso de conservar nuestros recursos naturales, incluyendo las plantas nativas, de mantener saludable la región en que habitamos, y de conservar la belleza de nuestro Desierto Sonorense del cual debemos de sentirnos orgullosos. Hoy aun, estamos a tiempo de heredarle un planeta sano a nuestras futuras generaciones, quizá mañana ya sea demasiado tarde.



REUNIÓN NACIONAL DE VINCULACIÓN "HACIA UNA RED NACIONAL"

ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES
DE EDUCACIÓN SUPERIOR

RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ Y SANDRA MIREYA GÓMEZ CUÁDRAS

Por la trascendencia que representa para las Instituciones de Educación Superior del país en materia de las políticas de vinculación que habrán de impulsarse en el futuro inmediato, se exponen los resultados y conclusiones de la Reunión Nacional de Vinculación realizada en el mes de julio de 2007 en Boca del Río, Veracruz, como una aportación de la Revista Epistemos, la cual se distribuye a lo largo y ancho del país. Seguramente este documento será de utilidad para las universidades y tecnológicos que pertenecen a la ANUIES.

ING. RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ
Coordinador del Programa de Difusión y
Divulgación Científica y Tecnológica
División de Ingeniería
pacheco@correom.uson.mx
M.C. SANDRA MIREYA GÓMEZ CUÁDRAS
Maestra del Departamento de Ingeniería
Química y Metalurgia
smgomez@iq.uson.mx

ACUERDOS Y CONCLUSIONES DE LA REUNIÓN

Con la finalidad de establecer una Red Nacional de Vinculación, compartir experiencias y generar programas de colaboración interinstitucional, se llevó a cabo la *Reunión Nacional de Vinculación: Hacia una Red Nacional* los días 5 y 6 de julio de 2007 en la Universidad Veracruzana, en la cual se presentaron conferencias magistrales, temas específicos de la vinculación y mesas temáticas de trabajo, asimismo, se contó con los coordinadores regionales de vinculación en un panel. En esta reunión participaron 220 responsables de las áreas de vinculación de 91 instituciones de educación superior de la ANUIES.

Durante la presentación del Dr. Rafael López Castañares, Secretario General Ejecutivo de la ANUIES, en su conferencia magistral concluyó que la vinculación se integra formalmente en la función de extensión como uno de los tres ámbitos de acción: extensión de los servicios, vinculación y difusión cultural; la cual, mencionó, debe orientarse en cuatro ejes fundamentales: transversalidad, impacto académico, impacto social y formación integral del estudiante.

A partir de esta definición, planteada en el documento *Consolidación y Avance de la Educación Superior en México*, el conferencista ubica el escenario deseable de la vinculación al 2012, entre lo que destacó:

Que en el año 2012 la vinculación de las Instituciones de Educación Superior (IES) con los diversos sectores constituye el eslabón fundamental a través del cual se desarrolla la empleabilidad, la competitividad e iniciación laboral de sus egresados, lo que hace pertinente a la educación superior en su contexto social.

Para alcanzar este escenario deseable, estableció distintas propuestas en las cuales hace énfasis principalmente en los siguientes aspectos:

Incorporar en los planes y programas de estudio los resultados de la vinculación de las IES con el sector productivo para actualizar la formación profesional y coadyuvar a la pertinencia social de la educación superior.

Crear una instancia de vinculación con la inclusión de representantes de los diversos sectores, con el fin de desarrollar programas y proyectos perfilados a atender demandas de los sectores social y productivo, a nivel local, regional y nacional.

FUNDACIÓN EDUCACIÓN SUPERIOR-EMPRESA

En su participación, la Maestra Maricruz Moreno Zagal presentó el proyecto de creación de la Fundación Educación Superior-Empresa, el cual busca facilitar la relación Universidad-Empresa como respuesta a la necesidad de crear una instancia

que maneje el nuevo contexto de la vinculación, que gestione para todas las IES y sea el enlace con el sector productivo, así como que la ANUIES sea el centro de información, asesoría y coordinación de las actividades que se generen entre la universidad y la empresa en los siguientes campos estratégicos: la formación, el empleo y la especialización.

Explicó que para poder desarrollar este proyecto es indispensable la participación de las IES, el sector empresarial y los distintos niveles de gobierno. Esta nueva instancia tendría como misión ser una organización nacional que impulsa, promueve y gestiona la vinculación de la oferta de la educación superior con el sector productivo, mediante la generación y operación de programas, proyectos y servicios de beneficio mutuo, tendientes al incremento de la competitividad y al fortalecimiento de la formación profesional, como estrategia para el desarrollo.

PROGRAMAS SANTANDER-UNIVERSIDADES

Por su parte, en la exposición de los programas Santander-Universidades, presentados por el Ing. Héctor Silva Panero, Director ejecutivo de Santander Universia, se estableció que la relación del Grupo Santander con las Universidades se lleva a cabo en los siguientes ámbitos de colaboración: académico, tecnológico y financiero.

Enfatizó que la participación del Grupo Santander se ha articulado a través de seis líneas. Fruto de esa colaboración han surgido proyectos importantes, tales como: Observatorio de la Tarjeta Inteligente; Desarrollo de Productos y Servicios innovadores; Programas de Estímulo a Iniciativas de Emprendedores de las propias Universidades; Apoyo al Desarrollo de Proyectos Culturales; y Apoyo a la Modernización Tecnológica de las Infraestructuras Bibliotecarias y Actividades Docentes.

RED DE OBSERVATORIOS

En cuanto a la presentación de la Red de Observatorios, Una Estrategia de Vinculación, presentada por la Mtra: Dolores Franco, la Dra. Beatriz Rodríguez, del Programa ONU Hábitat México y el Arq. Alejandro Contreras Cerdán, Director General de Vinculación de la Universidad Veracruzana y Coordinador de la Red de Vinculación Sur Sureste de la ANUIES, expusieron que a partir del programa ONU Hábitat, se estableció en México la estrategia de los Observatorio Urbanos Locales que permiten determinar la eficiencia, el análisis, y diseño de las políticas públicas. Se destacó que en el Estado de Veracruz y con la participación de la Universidad Veracruzana se ha logrado constituir la Red Veracruzana de Observatorios Locales Urbanos, la cual fortalece los procesos de vinculación entre los diversos sectores.

En la ponencia la Participación de la Coordinadora del Programa de Responsabilidad Social Universitaria, expuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo-UAEH, mediante la Mtra. Alejandra Samperio Pacheco, se expuso el proyecto que maneja el BID con el propósito de invitar a las IES para inscribirse y participar el tema de la responsabilidad social universitaria.

PLAN ESTRATÉGICO DE VINCULACIÓN

En la presentación del Documento Estratégico para el Desarrollo de la Vinculación, dictado por el Dr. Ventura Rodríguez Lugo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se estableció que el objetivo principal de este proyecto es buscar el apoyo del gobierno federal para facilitar el fomento de la vinculación que realizan las IES en sus diferentes modalidades a través de la asignación directa de proyectos, servicios y transferencia tecnológica entre otros, para lograr un valor agregado a la educación, aplicando la investigación de las IES en la solución de problemas reales de los sectores productivos, contribuyendo a la modernización de cada región y a nivel nacional.

LAS REDES REGIONALES Y LA PRÓXIMA REUNIÓN

En el panel donde participaron los coordinadores de los grupos de Trabajo de Vinculación de las Regiones Centro Sur, Centro Occidente, Sur Sureste, Noroeste y Noreste de la ANUIES, se analizaron las fortalezas y debilidades de los grupos regionales, así como la consideración de una agenda de trabajo común para las redes regionales.

Finalmente se abrió la propuesta para la siguiente sede de la *Segunda Reunión de la Red Nacional de Vinculación*, habiendo un consenso general de las IES participantes, para que sea la Universidad Autónoma de Chiapas, representada en ese momento por su Rector, Dr. Ángel René Estrada Arévalo, la próxima institución que reciba a los responsables de vinculación de las IES del país.

RESULTADOS DE LAS MESAS DE TRABAJO

Durante las seis mesas temáticas de trabajo las instituciones de educación superior concluyeron en las siguientes propuestas, entre las que se destacan:

Mesa 1: *Red Nacional de Vinculación*

- Crear la Red Nacional de Vinculación integrada por subredes específicas de trabajo.
- Promover la participación de empresarios y académicos en la Red Nacional de Vinculación.

- Mediante la Red Nacional, promover un programa de consultoría y asesoría, venta de servicios, entre otros.
- Crear Consejos Consultivos de vinculación en cada región.
- Integrar un sistema de información de apoyo a la vinculación.
- Trabajar en la parte operativa de las redes locales, y que las instituciones den respuesta inmediata.
- Integrar en la página Web de la ANUIES documentos de referencia sobre vinculación.

Mesa 2: *Profesionalización de gestores de vinculación*

- Identificar las competencias mínimas profesionales del gestor en cuanto a desempeño, actitud y conocimiento y que se evalúen obteniendo la certificación y reconocimiento de la función.
- Establecer una norma o instancia certificadora para la función de los gestores de la vinculación, iniciando con una revisión de criterios basados en el modelo del PVUE.
- Utilizar sistemas a distancia (TICS) para la profesionalización de gestores.
- Analizar la viabilidad de establecer un servicio civil de carrera para reducir la improvisación y minimizar el impacto que provocan los cambios de responsables.
- Diseñar talleres de capacitación para gestores de vinculación, tomando como referencia la metodología presentada por la Metodología UAEH. Diseñar una propuesta de capacitación utilizando las diferentes modalidades (presencial y a distancia) y grados (diplomados, maestrías, especialidades, curso certificación).

Mesa 3: *Normatividad*

- Impulsar, desde la ANUIES, una iniciativa para la elaboración de lineamientos normativos que permitan desarrollar una mejor y mayor vinculación.
- Establecer comisiones en las que participe un representante por región para la revisión de la normatividad de las IES relacionada con la vinculación.
- Generar una normatividad adecuada y paralela a la elaboración de procedimientos en los cuales se establezcan las rutas o ventanas autorizadas para realizar de manera institucional la vinculación con sectores externos en función del monto, de las características del proyecto o del desarrollo tecnológico.

- Elaborar manuales de organización y procedimientos donde se describan las funciones y perfiles que permitan continuidad de los programas de vinculación.
- Organizar acciones normativas para la promoción y el estímulo de las actividades de investigación aplicada (concursos, exposiciones, etc.).
- Establecer el procedimiento correspondiente a la elaboración de convenios y contratos que permita una mayor agilidad en su elaboración.
- Que cada IES haga un análisis de la normativa con la que cuenta su institución y adapte a sus necesidades los lineamientos que se puedan regular.

Mesa 4: *Sistema de información para la vinculación*

- Crear un sistema nacional de información sobre la vinculación con criterios comunes y uniformes.
- Formar una comisión interinstitucional que analice y defina parámetros de un sistema de información sobre vinculación.
- Crear consejos consultivos de vinculación como apoyo a la sistematización de información.
- Integración de un grupo de trabajo que analice el aspecto funcional del sistema de información sobre vinculación y que integre el análisis de la situación actual.

Mesa 5: *Catálogo y venta de servicios*

- Determinar el diseño y la publicación de un catálogo de servicios a partir de la integración de catálogos regionales y por cada IES a fin de conformar una oferta nacional.
- Establecer en los catálogos la oferta de los diversos servicios de las IES.
- Ubicar criterios generales para determinar los costos de servicios en las IES.
- Determinar en los catálogos de servicios la infraestructura de las IES para el soporte y desarrollo de sus servicios.
- Integrar un grupo de trabajo para definir criterios de identificación de la demanda.
- Integrar catálogos regionales y por cada IES con la finalidad de conformar una oferta nacional.

Mesa 6: *Indicadores de evaluación de la vinculación*

- Conformar un grupo de trabajo que analice los indicadores de evaluación de las diferentes IES en el tema de vinculación.
- Que los indicadores de las IES en materia de vinculación respondan a las exigencias exógenas y endógenas y refleje la pertinencia social.
- Que se diseñen indicadores acordes con misión, visión, oferta educativa, líneas de investigación, convenios, relacionados con empresas, vinculación y programa emprendedor, por citar algunos.
- Generar un sistema de información que integre y refleje indicadores de evaluación de la función.
- Que los directivos de vinculación fortalezcan la vinculación mediante criterios basados en indicadores de evaluación como apoyo a la toma de decisiones.

¿COMO INTEGRARSE COMO UNIVERSIDAD?

Como se puede observar, los resultados de esta primera Reunión Nacional de Vinculación nos dejan la tarea de reforzar los programas de vinculación de las Universidades e Instituciones de Educación Superior pertenecientes a la ANUIES. Afortunadamente tuvimos la oportunidad de asistir y participar en este evento el cual será el parteaguas de la vinculación a nivel nacional. Por nuestra parte, queremos aportar algunos elementos para avanzar en las estrategias a nivel nacional, regional, estatal y local con la finalidad de integrarnos exitosamente al proceso de vinculación en Red Nacional. Nos permitimos exponerles las siguientes sugerencias:

- Continuar participando en el análisis y discusión del documento ejecutivo de la Red Nacional de Vinculación a través de las redes electrónicas fomentando los grupos de discusión.
- Participar en el análisis y en la formulación de propuestas para conformar la estructura operativa y de coordinación del Consejo Nacional de Vinculación.
- Fortalecer la participación con los diferentes sectores de las Universidades para promover una estrategia de vinculación con base a los lineamientos emanados de la Reunión de Vinculación.



- Continuar analizando los documentos referentes a la Red Nacional de Vinculación, La Fundación para la Vinculación, El Sistema Nacional de Información, entre otros.
- Promover el análisis del Sistema de Información Interinstitucional de Vinculación propuesto por la Universidad de Veracruz, hacer las aportaciones necesarias para que a nivel nacional se instaure el sistema lo que permitirá integrarse al portal nacional de vinculación.
- Para ser parte, del Sistema de Información Nacional en Vinculación, será necesario generar bancos de información o catálogos referentes a: educación continua, proyectos de investigación, proyectos de vinculación, prestación de servicios, innovación tecnológica, recursos humanos, infraestructura física y equipamiento, laboratorios, entre otros. Esta es una tarea de las IES.
- Promover la participación en la Redes de Vinculación Regionales con proyectos específicos.
- Generar un ambiente favorable para el fomento de la vinculación al interior de las universidades (cuerpos académicos) y hacia el exterior con los diversos sectores de la sociedad realizando eventos de vinculación.
- Promover la formación de expertos en vinculación (formación y capacitación), gestores en vinculación y en gestión tecnológica) a través del impulso de diplomados, cursos-talleres, entre otros.
- Promover la existencia de enlaces de vinculación y de estructuras coordinación.

CONCLUSIONES

El balance general de la reunión nacional es positivo, pues se constató que existen experiencias exitosas a nivel nacional en materia de vinculación, también se observa que varias universidades ya cuentan con estructuras y proyectos de fuerte impacto, por lo que es importante aprender y conocer sus experiencias y replicarlas en lo posible. Lo trascendente de los acuerdos es que se han establecido las bases para fortalecer la vinculación entre las Instituciones de Educación Superior a nivel nacional y lograr un mayor impacto en el desarrollo económico y social de las regiones, en un esfuerzo unitario. En hora buena por esta iniciativa de la ANUIES.

Las memorias se pueden consultar en la página web de la ANUIES, www.anuies.mx, en el programa de Fomento a la Extensión.

PROGRAMA INTEGRAL PARA EL RESCATE DEL RÍO MAYO

UNA EXPERIENCIA... ¿EXITOSA?

JULIO CÉSAR DUARTE RUIZ

“Nos hemos apropiado de algo que no es nuestro, el agua tiene dueños: es la tierra, es el mar, es el cielo. Un día tal vez no lejano, reclamarán lo que les pertenece y entonces, no habrá presa, no habrá dique, ni canal que los detenga”.

El autor

El origen de los problemas ambientales y la escasez del agua tiene su origen, en buena medida, a la falta de una planeación adecuada en el crecimiento económico de las comunidades y municipios. En el presente trabajo se exponen los resultados de un programa integral para el rescate del Río Mayo, situado en el municipio de Navojoa, Sonora. Su objetivo fue el de desarrollar acciones de saneamiento, restauración y preservación de los recursos naturales en la cuenca baja del Río para lograr su aprovechamiento sustentable y coadyuvar a la mitigación de los problemas de contaminación ambiental, originadas por las actividades económicas en el municipio de Navojoa. La problemática del área en estudio es una situación que se presenta recurrentemente en otras regiones del estado y del país, por lo que seguramente esta experiencia puede retomarse y perfeccionarse en miras a tener un ambiente sano y libre de contaminantes.

JULIO CÉSAR DUARTE RUIZ
Ingeniero Agrónomo, M.I. Especialidad en
Administración de Recursos Hidráulicos.
Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur,
Correo: jcduarte@navojoa.uson.mx

El programa integral para el rescate del Río Mayo se puso en operación a partir del mes de septiembre del año 2000, al comenzar la administración municipal 2000-2003 en el municipio de Navojoa, pretendiendo la recuperación y restauración de los ecosistemas localizados aguas abajo de la presa Adolfo Ruiz Cortínez. La Coordinación de Desarrollo Sustentable del H. Ayuntamiento de Navojoa, se avocó a la elaboración de un Plan Municipal de Protección al Ambiente, el cual consideró como estrategia fundamental poner en marcha este programa con los objetivos siguientes:

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar proyectos y programas de saneamiento, restauración y preservación de los recursos naturales en la cuenca baja del río Mayo para lograr su aprovechamiento sustentable y coadyuvar a la mitigación de los problemas de contaminación ambiental, originados por las actividades económicas en el municipio de Navojoa, principalmente aquellas que se derivan del crecimiento urbano, de la agricultura, las actividades pecuarias y la industria.

OBJETIVOS PARTICULARES

§Coordinar trabajos con áreas como las Direcciones de Salud Municipal, de Servicios Públicos, de Atención a la Juventud y de atención la mujer (actualmente desaparecidas), de Educación y Cultura entre otras, para convertir las áreas del cauce del río en una zona de esparcimiento y recreación, con programas de educación ambiental, saneamiento, reforestación, acondicionamiento de parques y la realización de actividades culturales y deportivas.

§Promover la participación de organismos privados y sociales de empresarios, comerciantes, vecinales y productores; de dependencias oficiales como SEMARNAT, CONAGUA, SAGARPA, Secretaría de Salud, instituciones de educación y ciudadanos de Navojoa en general, en los programas y actividades que se realicen para el rescate del Río Mayo.

§Signar convenios de colaboración con instituciones de educación superior y los H. Ayuntamientos del sur de Sonora para realizar proyectos de diagnóstico, de investigación, de vinculación social y programas regionales conjuntos para atacar el problema de la contaminación del Río Mayo.

ACTIVIDADES

- Impulsar el establecimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y suburbanas en el municipio de Navojoa.
- Fomentar el reuso de las aguas residuales ya tratadas para riego agrícola de granos y forrajes.

•Impulsar con la participación de los productores pecuarios, y las dependencias que correspondan, el establecimiento y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de granjas porcícolas.

•Implementar con la participación de ciudadanos, escuelas de nivel básico, medio y técnico del municipio de un programa de saneamiento ambiental y mejoramiento del cauce en el Río Mayo.

•Realizar con la participación de alumnos, brigadas y organismos ecológicos, campañas de reforestación en las márgenes y el cauce del Río Mayo.

•Rescatar las áreas recreativas del cauce del río para su acondicionamiento en parques, instalaciones deportivas y espacios culturales.

•Promover la participación de empresarios, comerciantes, agricultores, porcicultores y ciudadanos interesados en realizar acciones por la restauración de los ecosistemas del Río Mayo.

•Proponer ante los organismos correspondientes (Comisión Nacional del Agua, Comité de Usuarios del Distrito de riego 038 Río Mayo, Sonora, Consejo de Cuenca y SEMARNAT), se proporcione un gasto ecológico para la restauración y preservación de los ecosistemas naturales en el cauce bajo del río Mayo.

•Promover la realización de actividades de recreación y esparcimiento en un ambiente familiar, con la promoción de actividades culturales (concursos de canto, música, pintura, pesca, juegos infantiles, paseos en lancha, etcétera).

•Promover proyectos de ecoturismo como el eco-museo de sitio “Tehuelibampo” en las márgenes del Río Mayo.

PROYECCION NACIONAL

El programa integral para el rescate del Río Mayo se sometió a consideración del concurso nacional: “Gobierno y Gestión Local Premio Anual 2002” auspiciado por el CIDE (Centro de Investigación y Docencia Económica), siendo evaluado por el jurado logró quedar entre los primeros 39 semifinalistas de un total aproximado de 700 municipios concursantes. Los detalles del premio 2002 se pueden consultar en la página www.premiomunicipal.org.mx.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas dos décadas, la situación de la flora y la fauna terrestre y acuática en el cauce bajo del Río Mayo ha empeorado debido a las sequías recurrentes, las descargas de aguas

residuales, la extracción de materiales para construcción (cribas) y por la explotación de su acuífero con fines de riego agrícola, industrial y de uso doméstico. En recorridos de campo realizados en ambos lados de sus márgenes, se aprecian grandes áreas devastadas en donde han perecido cientos de ejemplares del hábitat de cauce tales como álamos (*Populus*, sp.), sauces (*Salix bonplandiana*), mezquites (*Prosopis chilensis juliflora*) y guamúchiles (*Pithecollobium dulce*); especies arborícolas más importantes del ecosistema de cauce a las cuales se le quema su follaje y talan sus troncos de manera irracional por personas que se dedican a su comercio como leña muerta. Es así como han convertido en verdaderos páramos en donde abunda el polvo y la desolación en largas franjas de los márgenes del río Mayo, propiciando, además, la desaparición de las asociaciones vegetales de la comunidad de cauce.

Con aproximadamente el 80% del río seco, la vida acuática prácticamente ha desaparecido. Sin embargo, en las aguas del bajo río mayo sólo contadas especies resistentes a la contaminación han logrado sobrevivir como es el caso del bagre (*Ictalurus punctatus*) y la mojarra (*Tilapia aureus*). Éstas se han desarrollado profusamente en zonas de descargas de aguas residuales municipales y de origen porcícola, en donde son objeto de explotación por pescadores nativos (Duarte, 1996). Han desaparecido casi por completo de las aguas del bajo Río Mayo: la carpa, la lobina negra y el langostino. Una especie de reptil acuático completamente ausente en la actualidad es el cocodrilo (*Crocodylus acutus*), del cual se tienen registros de su existencia en otras épocas, aunque muy escasos (Alvarez, 1990). Algunas especies que han logrado persistir en los biosistemas acuáticos del río son la tortuga de agua (*Kinosternon*), pequeñas culebras, ranas, sapos y algunas aves migratorias y estacionarias. Actualmente, la existencia de estas especies se reduce a unos cuantos ejemplares en áreas muy restringidas.

La cuenca del Río Mayo se encuentra dentro de las más contaminadas del país, por la importancia nacional que tiene en la producción agrícola y pecuaria, su restauración y preservación beneficiaría directamente a los organismos de productores, a la industria procesadora de alimentos, a la industria sin chimeneas (ecoturismo) y a los servicios. Indirectamente se verían beneficiados todos los habitantes del sur de Sonora, los municipios de Navojoa, Huatabampo, Etchojoa, Benito Juárez y Álamos.

UN PROGRAMA EXITOSO

El programa de saneamiento en el cauce del río se realizó con éxito participando activamente las dependencias municipales involucradas y los grupos de estudiantes de diversas escuelas de la localidad, desde el nivel preescolar, primaria, secundaria, preparatoria y universitarios. Se sacaron



Figura 1. Agua en el río Mayo después de 5 años de sequía. Marzo de 2001



Figura 2. Tala indiscriminada de árboles del ecosistema de cauce. Leña de álamo en San Ignacio Cohuirimpo. Septiembre 2002



Figura 3. Eutrofización debido a contaminantes nitrogenados y fosforados. Zonas lagunares del Río Mayo. Marzo 2007

del cauce del río más de 20 toneladas de basura principalmente llantas, plásticos, latas y cartón. La participación ciudadana se dio a nivel de los consejos de participación, en donde se organizaron a los vecinos en brigadas ecológicas otorgándoseles por parte del área de ecología del H. Ayuntamiento de Navojoa una credencial como vigilantes y defensores del ambiente. Asimismo, estas brigadas se organizaron en grupos de niños y jóvenes en las colonias y las escuelas, principalmente primarias y secundarias.

El programa de reforestación se realizó a partir del día 15 de febrero de 2001 con motivo de la conmemoración del día internacional del árbol y se mantuvo hasta el final del trienio incluyendo bulevares y colonias de la ciudad, aunque en el caso del río, con dificultades por la escasez de árboles nativos del ecosistema de cauce. No obstante, se plantaron aproximadamente 350 árboles de la especie álamo en las áreas degradadas como reposición de los ejemplares que sucumbieron ante la sequía.

A partir de que empezó el programa de rescate del río Mayo, se realizaron una serie de eventos de diversa naturaleza: campañas de reforestación, de limpieza, restauración de juegos infantiles, acondicionamiento de parques deportivos, campañas de concientización ecológica en los diversos medios de comunicación (prensa, radio, televisión) y haciendo uso de otros medios impresos como trípticos, posters y volantes; torneos deportivos, eventos culturales y sociales de convivencia familiar; concursos de pintas de murales con motivos ecológicos y de atención a los jóvenes, realizados con un éxito inusitado en muros de los puentes que atraviesan el río en las áreas recreativas. Parte de estas actividades se realizaron en el programa denominado “Semana Santa Familiar en el Río Mayo” impulsado por el H. Ayuntamiento de Navojoa, con la participación de la mayoría de las dependencias municipales: ecología, salud, obras públicas, servicios públicos, atención a la juventud, atención a la mujer, comunidades rurales, educación y cultura, programa contacto directo de la Presidencia Municipal y con la participación de alrededor de 30,000 personas por año que se dieron cita a vacacionar durante la Semana Santa, en los atractivos naturales y recreativos del Río Mayo.

Un proyecto que vino a fortalecer el programa es el eco-museo de sitio “Tehuelibampo”, proyecto eco-turístico ubicado en los márgenes del río, a la altura del poblado Barrio Cantúa en la comisaría de Camoa. Este proyecto tiene como objetivo el rescate de la cultura Mayo y consta de un paseo por áreas de biodiversidad hasta el sitio en donde se localizan una serie de petroglifos de más de 1500 años de antigüedad realizados por nuestros antepasados yoremes, primeros pobladores de estas tierras.

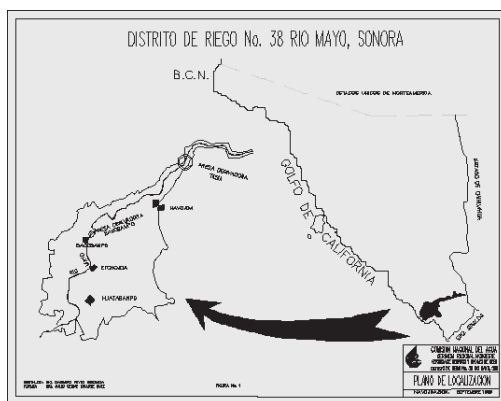
El 16 de septiembre de 2001, la administración municipal de Navojoa anunció la construcción de dos lagunas de oxidación que fueron puestas en operación en el año 2002, evitando las descargas directas al río, las cuales aunque han operado con un bajo nivel de retención y eficiencia en la degradación de los contaminantes sin resolver el problema de fondo, ha sido, hasta la fecha (2007), la única acción realizada por autoridad alguna para dar un tipo de tratamiento a las aguas residuales de la ciudad.

INTEGRACIÓN DE ESFUERZOS: CLAVE DEL ÉXITO

Una de las acciones más importantes realizadas fue la participación activa del Ayuntamiento en el Consejo de Cuenca del Río Mayo, formando parte de un grupo especializado que bajo la coordinación de la Comisión Nacional del Agua realizó un análisis del problema de la contaminación de la cuenca, en donde se establecieron estrategias y líneas generales de acción, con el objetivo de plantear propuestas de solución. Una de las propuestas llevadas por la Coordinación de Desarrollo Sustentable al seno del Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de Cuenca en febrero del 2001, fue que se otorgara un gasto ecológico para la cuenca baja del río dada la situación de sequía prevaeciente, ya que por su cauce no corría agua desde tres años atrás. Como fruto de la gestión, en marzo de 2001, el Delegado Regional de la Comisión Nacional del Agua en el Estado de Sonora señaló, en una reunión sostenida en Navojoa, que en base a los estudios de clasificación de la cuenca al Río Mayo se le podrían otorgar entre 2 y 5 metros cúbicos por segundo de gasto ecológico. A la fecha (2007), esto sólo ha quedado en promesas y “buenas intenciones”. Lo que sí se consiguió con relativo éxito, fue que hubiera flexibilidad en las dependencias federales y que soltaran temporalmente (en época de semana santa) un gasto mínimo al río que aunado a los escurrimientos del acuífero superficial y subterráneo se mantuviera una corriente de aproximadamente unos 300 l/s.

SITUACIÓN ACTUAL EN LA CUENCA BAJA

En los últimos 40 años, las actividades primarias como la agricultura, la porcicultura y otro tanto la industria, significaron un “boom” que hizo crecer de manera desproporcionada a los municipios de la región. Obras como la presa Adolfo Ruiz Cortínez “Mocuzari”, construida en el cauce del Río Mayo, trajo mucho beneficio a la región pero a un costo ambiental que no se previó y que apenas en la última década empezamos a tomar conciencia de su magnitud. Esto no se debe volver a repetir, hoy tenemos que replantearnos las prioridades sobre los usos del agua; el 90% del agua disponible en la presa se gasta prácticamente en el monocultivo agrícola, perdiéndose a nivel parcelario hasta un 70% por el mal manejo que se hace del agua de riego. Debido a esta sobreexplotación, cada año la presa casi se seca y los pozos para uso doméstico se arrastran



Plano de localización del cauce del Río Mayo, en el Estado de Sonora

y quedan sin agua en la mayoría de las comunidades rurales del municipio de Navojoa. En la ciudad de Álamos, cada verano se raciona el agua para uso doméstico y se encuentra disponible sólo por dos o tres horas al día. Dada esta situación, lo que debemos tomar en cuenta es que no es posible fincar nuestro desarrollo futuro en la explotación irracional de los recursos naturales con que todavía contamos. El agua es poca y contaminada, los suelos la mayor parte degradados, el aire en las ciudades casi irrespirable, las especies de flora y fauna desapareciendo. Necesitamos recuperar los suelos, descontaminar las aguas para que vuelvan a correr limpias por los ríos y revivan también los esteros, tratar los residuos sólidos urbanos e industriales y cambiar nuestros hábitos en el uso del automóvil y el transporte. Si empezamos por hacer algo de esto, la calidad de vida será mejor y empezaremos por construir un mundo digno para las futuras generaciones.

CONSIDERACIONES FINALES

Considerando que la problemática del Río Mayo es una situación que se presenta recurrentemente en otras regiones del estado y el país, los municipios que han sido afectados por su mismo desarrollo urbano, agrícola o industrial deben anteponer los intereses de la población a los intereses políticos, privados o de pequeños grupos de influyentes, es decir el interés de toda la sociedad debe estar por encima de cualquier otro. En este sentido, hay que considerar que el origen de los problemas ambientales y la escasez del agua, ha sido obra de nuestro propio desarrollo y la falta de planeación del crecimiento económico de nuestras comunidades, municipios, estados o la misma nación. Los gobiernos municipales deben tomar conciencia que si bien es cierto su período es corto, las obras que realicen quedarán y perdurarán algunas de ellas por muchos años, de tal forma que su desarrollo deberá estar basado en la sustentabilidad, para que las generaciones futuras vivan en un ambiente sano y libre de contaminantes.

REFERENCIAS

1. Alvarez, P. A., (1990). Huatabampo. Consideraciones sobre una comunidad agrícola prehispánica en el sur de Sonora. Noroeste de México. INAH-SEP, Centro Regional Sonora. Hermosillo., Mex. Publicación No. 9, pp. 15-30, 67-72 y 89-92.
2. CIDE, (2002). Centro de Investigación y Docencia Económica "Gobierno y Gestión Local Premio Anual 2002". México. D.F. www.premiomunicipal.org.mx
3. CONAGUA, (2001). Reunión del Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de Cuenca del Río Mayo, febrero de 2001. Navojoa, México.
4. Duarte, R. J., (1996). Informe final del proyecto: "Impacto Ambiental de las Actividades Humanas en el Cauce Bajo del Río Mayo" Unidad Regional Sur, UNISON. Navojoa, México.
5. H. Ayuntamiento de Navojoa, (2000). Plan Municipal de Desarrollo 2000-2003.
6. Ríos, R. L., (2001). Proyecto eco-museo de sitio: Tehuelibampo. H. Ayuntamiento de Navojoa, Sonora, México.



Figura 4. Resultados de la campaña de reforestación a 6 años de realizada. Marzo 2007. (ver figura 1)



Figura 5. Explotación de recursos pétreos, dragado de arena y grava. Nótese la afectación en el árbol de álamo. Septiembre 2003



Figura 6. Semana santa familiar en el Río Mayo. Marzo 2002.



INFORMACIÓN CLIMÁTICA EN TIEMPO REAL LA PÁGINA WEB DEL CLIMA DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

www.climauson.com

MANUEL DE JESÚS SORTILLÓN VALENZUELA

El estado del tiempo siempre estará presente en el diario acontecer de todos los pueblos del mundo; ... “¿cómo hace calor!”... “¿cuándo terminará esta lluvia?”; son algunas de las frases que, entre quejas, alegrías en rachas de buen clima y en no pocas ocasiones trágicas noticias, normalmente ocupan la atención de todos; muchos periódicos, la televisión y en la radio abundan informaciones climatológicas, unas veces desordenadas, otras más imprecisas, pero al fin el público siempre quiere saber del clima.

MANUEL DE JESÚS SORTILLÓN VALENZUELA
Ingeniero adscrito al Departamento de
Ingeniería Civil y Minas
Correo: mjesus70@dicym.uson.mx

En el Laboratorio de Hidráulica del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora estamos estudiando el clima regional del noroeste de México desde hace más de 15 años. Hemos tratado de definir ciertos tipos de formaciones atmosféricas típicas de acuerdo a las estaciones del año y se ha elaborado un estudio general al respecto. Entre los objetivos principales para la investigación climática se encontraba el tratar de conformar un Centro Climatológico Universitario; la experiencia adquirida en todos estos años nos ha permitido ganar confianza a la hora de interpretar los fenómenos, y anticiparnos al siguiente movimiento en este juego de ajedrez en que muchas veces se convierte el escenario atmosférico. Este centro ha empezado a constituirse iniciando con el primer producto al público: una página de Internet.

Aunque de manera experimental iniciamos en el mes de septiembre de 2006, oficialmente el centro fue inaugurado el 19 de junio del presente año con mucho entusiasmo; desde esta fecha hemos estado sirviendo al público si se quiere modestamente, pero con mucha responsabilidad y al menos 18 horas diarias de información lo más actualizada posible de acuerdo a nuestras circunstancias.

EL CENTRO CLIMATOLÓGICO UNIVERSITARIO

El entorno climático constituye uno de los más importantes aspectos que influyen en todos los órdenes de la vida cotidiana; los cambios en las variables climatológicas afectan en lo económico y social, resultando claro para todos que su cabal conocimiento suele ser de gran utilidad para fines de planeación a corto, mediano o largo plazo. Es pertinente mencionar al respecto, que actualmente el Estado de Sonora no posee una institución sólida de investigación climatológica que difunda con tino y precisión los cambios atmosféricos que día con día, minuto a minuto, suceden en cada rincón de su territorio. La creación de un organismo que provea de información oportuna a la sociedad es una necesidad apremiante. Los avisos estratégicos acerca de tormentas imprevistas, de altas temperaturas producto de ondas cálidas severas, el impacto de ciclones, o bien, la elaboración de estudios diversos como el efecto del calentamiento global en nuestro territorio, pueden contribuir a incrementar la seguridad de sus habitantes, así como salvaguardar la infraestructura operativa en todos los ambientes de trabajo. Conviene anotar también, que una relación histórica de hechos desde el punto de vista científico se convertirá en información valiosa para la toma de decisiones, en la tarea permanente de buscar un desarrollo respetuoso con el medio ambiente.

OBJETIVO: INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL

Crear y mantener un centro de producción de información climatológica para fines de elaboración de estudios científicos, para contribuir a la enseñanza del conocimiento meteorológico e hidráulico de la región y, muy especialmente, para difundir

estados del tiempo a corto plazo en eventos de alto riesgo por medio de un sistema de alerta oportuna.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer un sistema de recolección de información climatológica en varios puntos de la ciudad de Hermosillo y del Estado de Sonora. Actualmente, se encuentra en proceso de adquisición un total de 5 estaciones climatológicas inalámbricas que archivan información cada minuto de las principales variables atmosféricas por medios digitales.

2. Establecer un cuerpo técnico que mantenga el suministro y análisis de los datos.

3. Establecer un sistema de alerta climatológica a través del uso de medios de difusión tales como la radio y el Internet universitario.

4. Establecer un programa de difusión del conocimiento climatológico en el medio local y estatal para niveles básicos de enseñanza, así como para capacitación diversa en empresas y organizaciones gubernamentales.

IMPACTO SOCIAL

Puede considerarse que este proyecto maneja dos tipos de impacto general; en primer término se pretende contribuir a elevar la seguridad de los habitantes de la ciudad de Hermosillo y de Sonora a través del aviso oportuno de los cambios climatológicos que experimenta el medio ambiente, con especial énfasis en la evolución de meteoros que pongan en riesgo la vida de las personas y el eventual deterioro de la infraestructura; en segundo lugar, se pretende acumular la información necesaria para elaborar los estudios que permitan suministrar conclusiones de interés general para efectos de una planeación efectiva a largo plazo, aplicables a todos los órdenes de la vida económica y social del Estado de Sonora.

EL SITIO EN INTERNET

En el diseño del sitio se contemplaron varios aspectos que a continuación se enumeran:

- a) Que los análisis climatológicos contemplaran cubrir totalmente al territorio nacional.
- b) Tomar la información publicada por la NASA ([www.](http://www.nasa.gov)) que es la más completa y detallada de la red en la publicación de mapas de satélite.
- c) Que el sitio tuviera las ligas de interés de mayor importancia en cuestión de información meteorológica con el fin de ahorrar tiempo al usuario en su búsqueda de otras fuentes
- d) Presentar diariamente la posición de las estructuras atmosféricas en el país en un mapa, lo cual permite realizar un pronóstico del movimiento diario de las mismas y derivar de ahí una estimación del clima probable.
- e) Incluir una sección de avisos generales con especial detalle para Sonora.

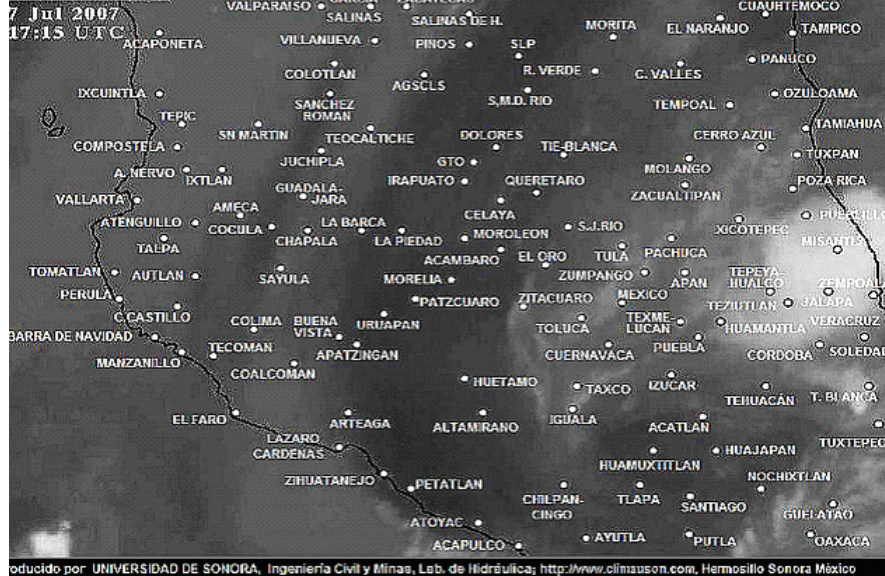


Figura 1. Sección que contempla la región media del país en el análisis Climatológico

f) Incluir una sección de aprendizaje en el tema meteorológico incluyendo los datos de una estación climatológica conectada en red desde el campus universitario para el suministro de información local de temperatura, humedad relativa, precipitación, presión atmosférica, dirección del viento y su velocidad.

SECTORES DE ANÁLISIS

Con el fin de aprovechar íntegramente la información publicada por la NASA en cuanto a mapas de satélite en su versión visible, infrarrojo y de vapor de agua, se dividió el país en 8 secciones, a cada una de las cuales se les inserta un buen número de comunidades que ayuda a referenciar los fenómenos en cuanto a su posición y desplazamiento; esto es muy valioso para establecer las alertas en la sección de avisos. Cada uno de estos sectores tiene un menú particular para: a) animar las últimas 3 horas en versión UNISON, b) cargar la última imagen publicada por NASA tanto en formato visible como infrarrojo, c) acceder a la animación de la imagen natural de NASA (sin inserción de ciudades).

Es oportuno mencionar que las imágenes correspondientes a infrarrojo nos permiten reconocer la progresión de las temperaturas de la nube, hecho que ayuda a inferir alguna percepción de la lluvia probable que actúa sobre la región. Una zona con rojo intenso es más posible que esté generando precipitación que una región con azul claro, por ejemplo; o bien, una zona de color blanco dentro de un rojo es de grandes posibilidades de tormenta intensa, inclusive granizadas; esto debe tomarse con las reservas del caso pues no se conoce el espesor de la nube que nos indique las verdaderas capacidades de la formación para generar volúmenes importantes en el hipotético aguacero. De cualquier forma, hemos comprobado más de una vez que la percepción con colores ayuda bastante a la estimación probable del tipo de lluvia que ocurre en el sector y la que se espera en el tránsito de la celda por otras localidades.

Existen otros sitios de información fuente que se están aprovechando para aumentar la potencialidad del sitio; diversas imágenes muy interesantes son publicadas por la Universidad de Wisconsin USA, UniSys, y Weather Underground. De esta última hemos podido integrar un mapa de mayor detalle para Sonora que se publica en la sección correspondiente al Estado.

De la página de UniSys (<http://weather.unisys.com>) hemos tomado las excelentes gráficas generales de la zona del Pacífico y del Atlántico que rodean al territorio nacional, lo cual ayuda mucho a establecer la perspectiva global del clima con las

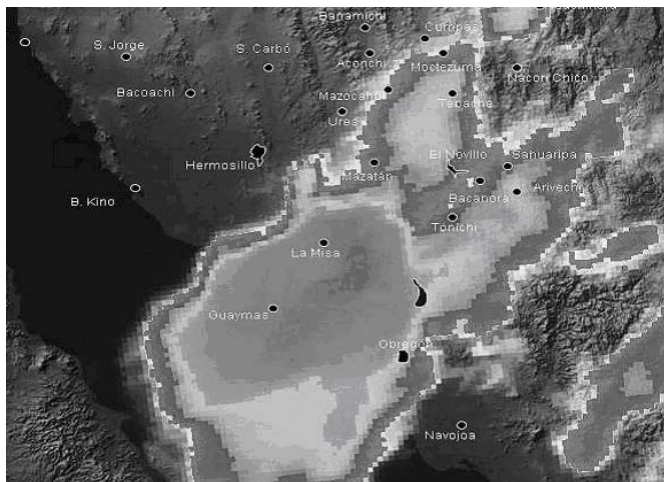


Figura 2. Sector de Sonora editado de la información gráfica de Weather Underground.

animaciones del tránsito del vapor de agua principalmente. La imagen tomada de la Universidad de Wisconsin de vapor de agua, nos sirve de portada para presentar el estado del vapor de agua en nuestro país, imagen que es publicada en nuestro sitio de manera automática con un retraso de unos 15 minutos con relación a la fecha de publicación de la imagen del satélite.

SECCIÓN DE AVISOS

La sección de avisos se despliega en el encabezado del sitio y constituye uno de los apartados de mayor importancia en el suministro de información; un ejemplo de tales avisos se exhibe a continuación:

20070820-17:30SONORA (20070821-00:30UTC)

Una tormenta se desplaza por el norte del Estado en sentido Este-Oeste cubriendo con lluvias intensas a la región entre Bavispe y Nacoari; la formación podría afectar a Magdalena, Aconchi, Cananea y alrededores en las próximas dos horas. Otra tormenta generada en Chihuahua cubre al momento del reporte a la región de El Novillo-Tónichi-Yécora. El sistema avanza hacia el suroeste por lo que se esperan afectaciones sobre Suaqui, Rosario, Presa A. Obregón y puntos intermedios en las próximas horas....REPÚBLICA MEXICANA: La entrada de fuertes tormentas en las primeras avanzadas del Huracán "Dean" se advierten sobre la Península de Yucatán; al momento del reporte lluvias intensas ocurren sobre Champotón, Campeche, Dizibalchen, El Desempeño, Ticul, Maxcanú y alrededores en Campeche; gruesos nubarrones están próximos a ingresar sobre el eje Chetumal, Puerto Madero, Carrillo Puerto, Chacalal, Kantumil y Cancún. Un gran cuerpo nuboso con lluvias intensas ocurre sobre el norte de Chihuahua afectando la región desde Villa Ahumada-Benito Juárez, RF Magón, Ejido Juárez, Chihuahua y zonas aledañas. Gruesas formaciones se advierten en la región de Sinaloa-Nayarit-Durango-Zacatecas-Jalisco y Colima en su viaje hacia el poniente; lluvias moderadas se advierten sobre Castillo, Barra de Navidad, Manzanillo, Rosario, Acaponeta y alrededores. Aún no maduran lo suficiente pero se hace notar lo extenso del sistema.

Reportó: Ing. Manuel Sortillón V.

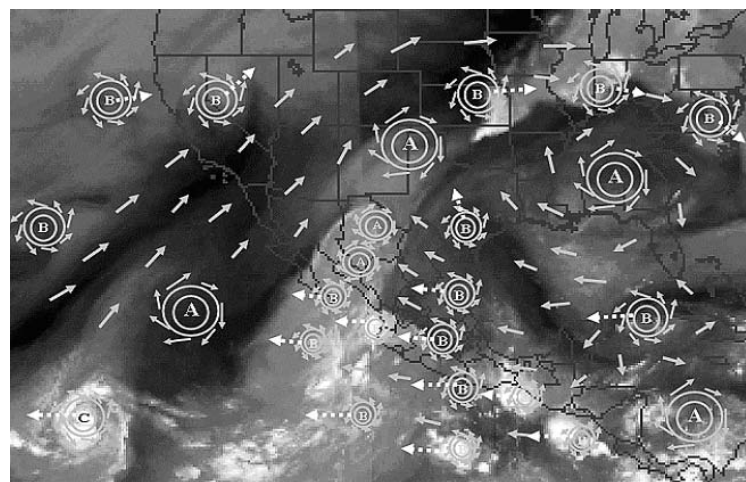


Figura 3. Mapa que ilustra la Evolución de los Centros de Baja y Alta presión.

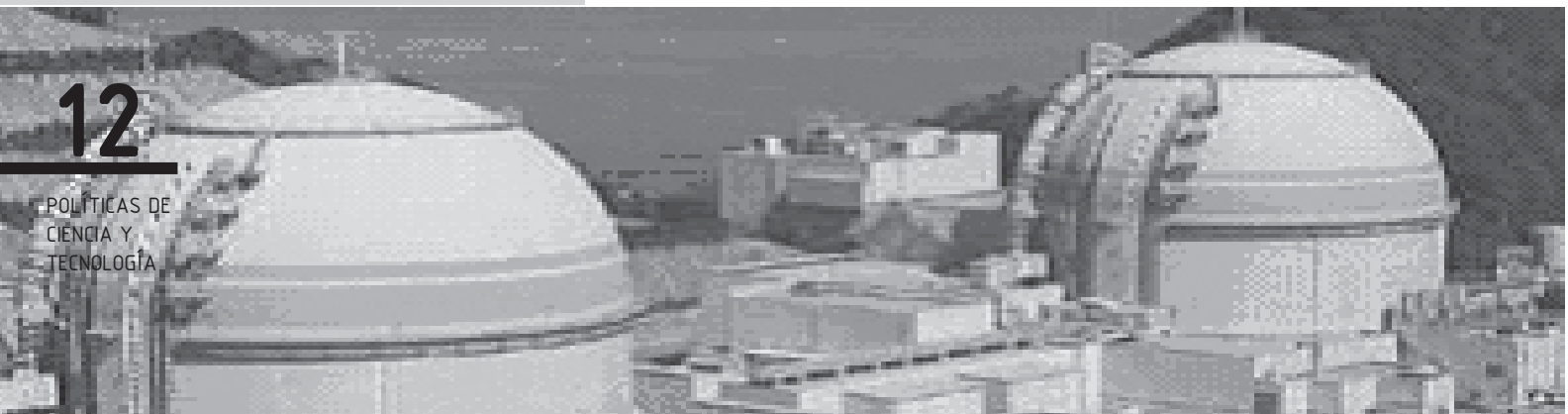
EL ANÁLISIS Y PRONÓSTICO

Esta sección del sitio presenta en primer plano la ubicación de los sistemas de baja y alta presión distribuidos en el territorio nacional y alrededores, así como el movimiento esperado para los mismos. Esto ayuda a establecer el dominio de los vientos, así como la carga de humedad probable en las distintas zonas que permitirán la formación de celdas lluviosas en su traslado por el espacio orográfico correspondiente.

Describir el clima y su perspectiva no es nada fácil y es bastante común la queja contra los pronosticadores. El único recurso valioso para armar un pronóstico acertado es aquel que proviene de la información suministrada por los satélites meteorológicos, que hacen posible estudiar las evoluciones que a su vez permiten difundir un aviso de tormenta, de ondas frías y cálidas, o de buen clima. El sitio clima.uson.com puede ser una buena alternativa para que el usuario saque sus propias conclusiones visualizando la mayor información disponible; si esto contribuye a que mejore sus conocimientos de la atmósfera daremos por cumplidos nuestros objetivos de más alto rango.

Es importante destacar que www.clima.uson es un proyecto institucional de la Universidad de Sonora y entre sus planes está el vincularse con los diversos sectores de la sociedad, sobre todo el educativo para promover una cultura del clima, con las dependencias de gobierno, tanto federales, estatales y municipales, los sectores productivos y sociedad, centros de investigación, entre otros, con la finalidad de que este tipo de esfuerzos tengan un impacto positivo en la sociedad.

Los interesados en mantener una comunicación más estrecha con este tipo de proyectos y que deseen integrarse en la red del clima, favor de contactarse con el responsable del proyecto.



LA ENERGÍA NUCLEAR. ¿OTRA VEZ?

LA BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS PARA EVITAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS

Con el reconocimiento de que los cambios climáticos globales son ocasionados principalmente por el uso de combustibles fósiles que liberan gases de efecto invernadero, a nivel mundial se ha planteado la necesidad del uso de fuentes alternativas que satisfagan la creciente demanda de energía, preservando el medio ambiente. En este contexto, después de un prolongado receso en el desarrollo de la energía nuclear, curiosamente por cuestiones ecológicas se presenta hoy en día a esta tecnología como una opción viable.

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS
Profesor del Departamento de Física
Universidad de Sonora
esalinas@fisica.uson.mx

PRESENTE Y FUTURO DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Con el crecimiento de la población urbana en los países en desarrollo y con esto un aumento en las necesidades de energía, aunado a los requerimientos de los países con un aumento importante en su desarrollo (China, India, etcétera) y las necesidades siempre crecientes de los países desarrollados, se hace urgente disponer de fuentes alternativas de energía, aun en el caso de que las reservas petroleras fueran inagotables, con la finalidad de preservar o mejorar las condiciones atmosféricas de nuestro planeta.

A nivel global, en un escenario conservador, se ha pronosticado que para la mitad del siglo actual se duplicará la demanda de energía primaria y volverá a duplicarse al final del siglo.

Actualmente, de acuerdo a las fuentes primarias de energía, las necesidades a nivel mundial se cubren [1] con petróleo (39%), carbón (24%), gas natural (23%), hidroelectricidad (7%), nucleoelectricidad (6%) y solar (menos de 1%), como se muestra en la figura 1.

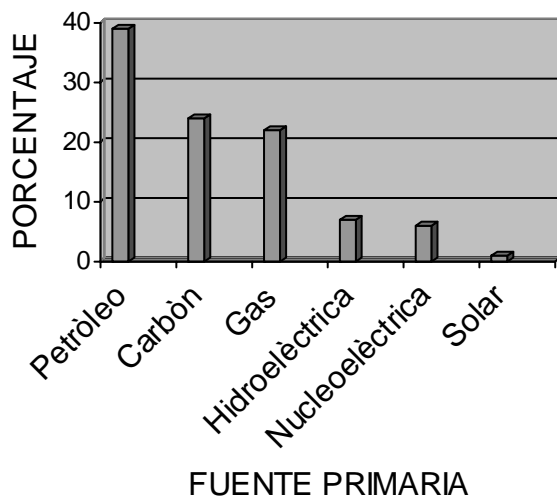


Figura 1. Contribución de las diferentes fuentes primarias en la generación de energía en la actualidad (fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica, año 2000).

En esta tesitura algunos países reacios a aceptar el calentamiento global y sus consecuencias catastróficas para la humanidad, se están dando cuenta que si no se toman medidas, ya no para revertir sino sólo para mantener la situación actual, el deterioro de la biosfera (la casa de la vida en nuestro planeta) puede ser tal que tenga repercusiones inimaginables. Una manera de actuar en consecuencia es restringir el quemado de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) generadores de los gases de efecto invernadero.

LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO

A pesar del movimiento en contra de la energía nuclear que se dio en las tres últimas décadas del siglo pasado, ésta mantuvo su presencia en algunos países de manera importante con una tendencia a incrementarse a nivel mundial en los años recientes.

En el mundo, actualmente, y desde hace varios años, se encuentran en operación alrededor de 440 reactores nucleares [2]. Los seis países que tienen más reactores funcionando se muestran en la figura 2, se incluye a México sólo para comparación.

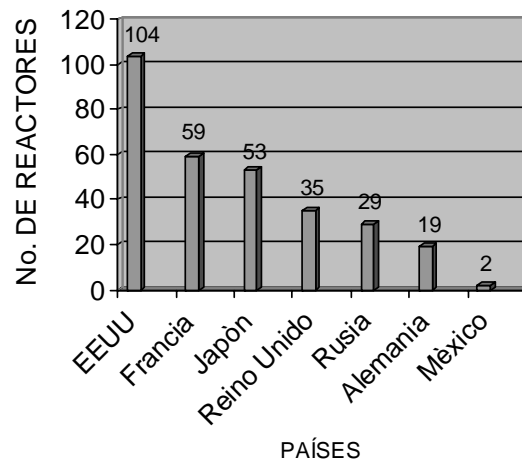


Figura 2. Número de reactores en operación en algunos países (datos del 2002, Organismo Internacional de Energía Atómica).

En la figura 3 se presenta el porcentaje en que incide la energía nuclear en la producción de energía eléctrica en los seis países con el más alto porcentaje, se incluye a México con fines comparativos.

Aquí es de destacar que en estos países más del 50% de su energía eléctrica se produce con medios nucleares (en México sólo el 5.2%) llegando en el caso de Francia casi al 80%, razón por la cual su *intensidad de dióxido de carbono* (cantidad de CO₂ producido por unidad de producto interno bruto) es el más bajo del mundo. Si en todos los países se tuviera la misma intensidad de CO₂ que se tiene en ese país, las emisiones de este gas se reducirían a la mitad con la consecuente disminución de la tasa de calentamiento del planeta.

Actualmente, en diferentes países se están construyendo un número importante de reactores, como se ve en la figura 4, en donde se muestran aquellos países con el mayor número de reactores en construcción. El caso de China es muy interesante dado que siendo uno de los países más contaminantes, ya que actualmente y en gran medida, satisface sus grandes y crecientes necesidades de energía quemando carbón, está integrando a

sus fuentes primarias en una forma importante a la energía nuclear. México actualmente está en cero, pero al parecer pronto se anunciará la instalación de nuevas centrales nucleoelectricas

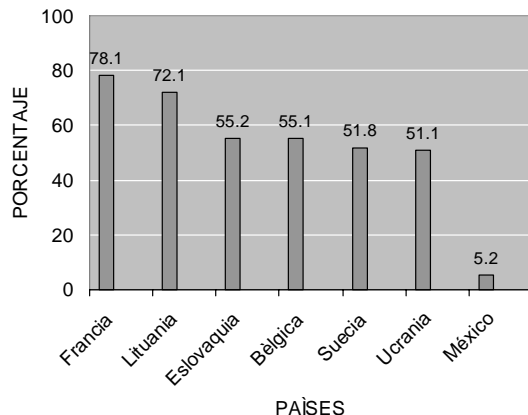


Figura 3. Contribución de la energía nuclear en la generación de energía eléctrica (datos de 2004, Organismo Internacional de Energía Atómica).

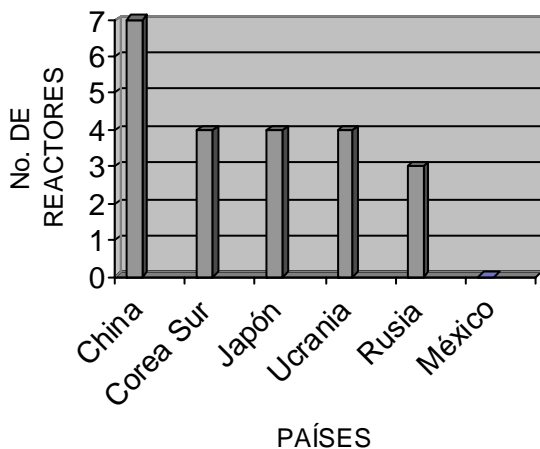


Figura 4. Reactores en construcción en algunos países (datos de 2002, Organismo Internacional de Energía Atómica).

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, VÍA LA FISIÓN NUCLEAR

En toda planta generadora de energía eléctrica (excepto en las celdas fotoeléctricas) se hace girar una turbina que a su vez hace girar un devanado de conductores eléctricos (alambres de cobre) que se mueven cortando líneas de fuerza, producidas por imanes [3], para inducir una corriente eléctrica. El movimiento de la turbina puede producirse utilizando corrientes de agua a gran velocidad (hidroeléctricas), utilizando el viento (energía eólica) o utilizando vapor de agua (termoeléctricas, geotérmicas, nucleoelectricas).

La nucleoelectricidad hace uso de la energía liberada al romper (fisionar) el núcleo de átomos de uranio en un reactor nuclear. El uranio (U) natural (como se extrae de la mina) [4] contiene en un alto porcentaje (99.3%) isótopos de U-238 y sólo el 0.7% de U-235.

Esta nomenclatura significa que, por ejemplo para el U-235, el átomo de uranio tiene en su núcleo 235 nucleones (92 protones y 143 neutrones), este número aumenta hasta 146 neutrones con los mismos 92 protones para el U-238. Los isótopos de un elemento tienen el mismo número atómico (92 en este caso) y diferente número de neutrones; el U-235 es susceptible de fisionarse (romperse) en tanto que el U-238 no.

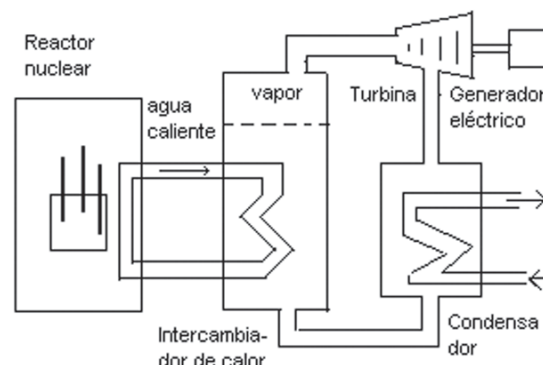


Figura 5. Esquema de una planta nuclear.

En el esquema de la figura 5 se presenta el reactor nuclear en donde se tienen los combustibles nucleares, las barras de control y agua ligera (H_2O) que sirve de refrigerante del reactor y de moderador (les disminuye su energía) de los neutrones, la cual está a alta presión para evitar que hierva. Aquí se mantiene y se controla la reacción en cadena, generando por la fisión de los núcleos de uranio grandes cantidades de calor que es llevado por el circuito primario al intercambiador de calor en donde se produce el vapor que moverá la turbina, y ésta a su vez moverá el generador eléctrico.

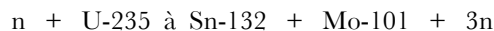
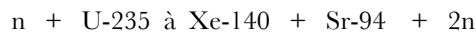
Como se ve, el agua que está en contacto con los combustibles nucleares no tiene contacto directo con el vapor que mueve la turbina, por la que no puede darse contaminación radiactiva más allá del reactor nuclear. De hecho, ésta sería una planta termoeléctrica si en lugar del reactor pusieramos una caldera que quemara petróleo, carbón o gas para generar el vapor.

CÓMO SE GENERA LA ENERGÍA EN UN REACTOR NUCLEAR

Se tiene una reacción nuclear cuando un neutrón, con una cierta energía cinética (energía de movimiento), colisiona con el núcleo de un átomo de U-235 [5], el cual lo absorbe quedando

con una gran inestabilidad, lo que ocasiona su rompimiento en dos partes y la producción de entre dos y tres neutrones que a su vez romperán otros núcleos que producirán nuevos neutrones y así sucesivamente, dando lugar a una reacción en cadena.

Dos ejemplos de reacciones nucleares, entre muchas que pueden tener lugar, son los siguientes:



En la primera se ve cómo el núcleo de U-235, cuando absorbe un neutrón (n), se fisiona en dos fragmentos de fisión, Xenón-140 y Estroncio-94, y produce dos neutrones; y en la segunda, se producen los fragmentos de fisión Estaño-132 y Molibdeno-101, más tres neutrones.

La masa de los nucleones (protones y neutrones) varía de acuerdo al átomo del que formen parte: tienen más masa cuando están formando parte del átomo de uranio que cuando forman parte de los átomos que se producen en la fisión, es decir, hay una deficiencia de masa que de acuerdo al postulado de Einstein $E = mc^2$ se convierte en energía, así que en cada rompimiento de un núcleo de U-235 se liberan alrededor de 200 000 000 de electrón-volts que equivalen a 8.9×10^{-18} kWh (kilowattshora). Si en 1 kg de U-235 hay 2.56×10^{24} núcleos, la energía liberada será de 5.32×10^{26} Mev (millones de electrón-volts) que es igual a 23.7 millones de kWh.

EL URANIO Y LOS HIDROCARBUROS

Es un hecho que los combustibles nucleares no contienen U-235 al 100% (como ya se dijo antes el uranio natural sólo contiene 0.7% de este isótopo), así como en los reactores enfriados y moderados con agua ligera (H_2O), el combustible nuclear que se utiliza es ligeramente enriquecido con una mayor proporción de isótopos de U-235, de alrededor del 3%, que aquella del uranio natural [5]. En estas condiciones, la energía liberada en 1 kg de combustible nuclear es de alrededor de 400 000 kWh, una cantidad muy grande si la comparamos con los 3 kWh generados al quemar 1 kg de carbón y los 4 kWh en el caso del petróleo.

Desde luego, debe hacerse énfasis en el hecho de que en un reactor nuclear no hay combustión, por lo tanto no se generan gases que producen el efecto invernadero.

PAPEL DE LAS COMUNIDADES

De acuerdo a las nuevas condiciones de desarrollo de la humanidad, en lo tocante a la preservación del medio ambiente y a la satisfacción de las necesidades crecientes de energía, es importante, como comunidad preocupada por el bienestar de la población, que las universidades acrecienten en su papel de impulsora de proyectos encaminados a la solución de tal problemática.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica, vol. 42, No. 2, 2000.
2. Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica, vol. 47, No. 2, 2006.
3. R. Resnick, D. Halliday, K. Krane; Física, Volumen 2, 5a. Edición, CECSA, 2002.
4. A. Foster, R. Wrieth, Basic Nuclear Engineering, 3a. Edición, Allyn and Bacon Inc., 1978.
5. S. Glasstone, A. Sesonske, Nuclear Reactor Engineering, 3a. Edición, Van Nostrand Reinhold Company, 1981.

PRIMER OBSERVATORIO VIRTUAL SOLAR EN MÉXICO

SIMULACIONES NUMÉRICAS REMOTAS AL ALCANCE DE TODOS:
INVESTIGACIÓN DE VANGUARDIA

ALFREDO J. SANTILLÁN GONZÁLEZ, LILIANA HERNÁNDEZ
CERVANTES Y ALEJANDRO R. GONZÁLEZ PONCE

El Observatorio Virtual Solar Mexicano es un proyecto multidisciplinario que se desarrolla conjuntamente con la Universidad Nacional Autónoma de México, en la parte científica y computacional, y con la Universidad de Sonora, en la parte de educación y difusión. Dicho proyecto tiene como objetivo principal poner a disposición de la comunidad científica internacional diferentes herramientas que permitan a investigadores y estudiantes realizar investigación de vanguardia en el campo de la Física Solar por medio de un sitio Web. En este artículo presentamos los avances más recientes de dicho proyecto; realizar simulaciones numéricas en tiempo real a través del Internet.

ALFREDO J. SANTILLÁN GONZÁLEZ
Doctor en Ciencias (Astronomía)
Investigador, DGSCA, UNAM.
Correo: alfredo@astroscu.unam.mx
LILIANA HERNÁNDEZ CERVANTES
Maestra en Ingeniería,
Unidad de Astrofísica Computacional del Instituto
de Astronomía de la UNAM.
Correo electrónico: liliana@astroscu.unam.mx
ALEJANDRO R. GONZÁLEZ PONCE
Maestro en Ingeniería,
Instituto de Ecología de la UNAM.
Correo: alex@ecologia.unam.mx

Como es bien sabido, muchos grupos que trabajan en investigación tanto en universidades nacionales como extranjeras, no cuentan con una infraestructura tecnológica de vanguardia para desarrollar los proyectos de investigación en los que están involucrados (por ejemplo, aceleradores de partículas, laboratorios de nanotecnología, equipos de supercómputo, etcétera). Sin embargo, estas carencias no deben ser un obstáculo para dejar de hacer trabajo de frontera, ya que es usual que la comunidad científica realice convenios de colaboración que permitan disminuir los efectos nocivos de la falta de equipo.

La astrofísica no es la excepción, debido a que muchas universidades de nuestro país, y de todo el mundo, no cuentan con observatorios que albergan grandes telescopios, ni con naves espaciales que constantemente están observando diferentes objetos astronómicos. De manera que es importante para el desarrollo de la astrofísica nacional, que los diferentes grupos existentes en el país se apoyen mutuamente mediante convenios de colaboración interinstitucional.

Por otro lado, la cantidad de información generada como producto de la actividad científica es cada vez mayor y se requieren de formas rápidas y efectivas de procesar y analizar los datos existentes. Efectivamente, además de que los telescopios terrestres y espaciales producen grandes cantidades de datos, también lo hacen los modelos teóricos o simulaciones numéricas [1] que se producen para tratar de entender los procesos físicos involucrados en el génesis y evolución de los objetos astronómicos que se observan. Sabemos que en astrofísica, y en muchas otras ramas de la ciencia, es imposible hacer experimentación directa. Por ejemplo, cuando es peligroso o muy costoso hacer experimentos, como es el caso de la seguridad en reactores o en aviones. Para estos casos, los experimentos numéricos son una herramienta valiosísima que nos permite estudiar el comportamiento de los sistemas sin poner en riesgo las instalaciones ni la vida de las personas.

OBSERVATORIOS VIRTUALES

Toda la información que van generando los observatorios terrestres y espaciales, así como los resultados de los cálculos numéricos, se almacenan en enormes bases de datos que se encuentran distribuidas en diferentes partes del mundo y que están interconectadas entre sí a través de redes de alta velocidad como el Internet-2. Estas bases de datos llegan a coleccionar Terabytes (billones de Megabytes) en información asociada a las propiedades físicas de diferentes objetos de nuestro universo y que pueden accederse con rapidez gracias a la creación de los llamados Observatorios Virtuales, que consisten básicamente de bases de datos interconectadas, herramientas de búsqueda y análisis de datos. Recientemente, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través de científicos y programadores de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico y de los institutos de Astronomía y Ecología, han desarrollado una poderosa herramienta científica-computacional que han denominado el Observatorio Virtual Solar Mexicano (OVSM).

SIMULACIONES NUMÉRICAS EN TIEMPO REAL

La importancia de esta herramienta, completamente innovadora, radica en que investigadores asociados al área de física solar puedan realizar cálculos numéricos complejos desde cualquier parte del mundo que cuente con Internet. Estas simulaciones le permitirán al investigador hacer un estudio detallado de la evolución de enormes cantidades de plasma expulsado de la superficie del Sol a grandes velocidades al medio interplanetario. Este fenómeno es conocido como eyección de masa coronal [2] (figura 1) y está estrechamente relacionado con el clima espacial [3].

El portal consiste de una página Web que es simple y amigable para el usuario; ésta contiene las variables físicas iniciales utilizadas por el código numérico que se va a ejecutar en el servidor, el cual cuenta con depuradores que garantizan que no se puedan introducir valores no numéricos o factibles para iniciar la simulación. Si las condiciones iniciales coinciden con algunas introducidas previamente, la interfaz gráfica le señalará al usuario —mediante una liga— la ubicación de los archivos, de lo contrario, le indicará que el problema se ejecutará y se le asociará un número o identificador, una vez terminada la simulación, se le enviará un mensaje al usuario por vía correo electrónico proporcionándole la liga en donde puede obtener el resultado. Si el usuario no desea realizar ningún cálculo numérico podrá acceder a la base de datos del OVSM y bajar cualquiera de las que se encuentren allí. El tipo de resultados que se pueden obtener a partir de los archivos generados por el OVSM se muestra en la figura 2. Este tipo de resultados numéricos le permitirán al usuario del OVSM describir tanto la evolución del plasma en el medio interplanetario como el tiempo que tarda en llegar dicho material solar a la Tierra, proceso que es imposible seguir puntualmente con instrumentos de observación, debido a que no existen naves espaciales a lo largo de la trayectoria que siguen estas perturbaciones. Cabe mencionar que la mayoría de las naves espaciales que monitorean el Sol se encuentran cerca de la Tierra. Si el lector está interesado en ver más ejemplos con animaciones, lo puede hacer en la página web: <http://mvso.astrosu.unam.mx>, sección *Typical Results*.

Finalmente, es importante señalar que es el primer Observatorio Virtual Solar que se desarrolla en nuestro país. Toda la información del OVSM se localiza en la siguiente dirección electrónica: <http://mvso.astrosu.unam.mx>.

Agradecemos a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Universidad de Sonora por todo el apoyo brindado para llevar a cabo esta investigación. También al Dr. José Franco por sus correcciones y comentarios. El OVSM ha sido financiado parcialmente por el convenio UNAM-UNISON 2005-2007, el proyecto PAPIIT IN 104306 y por la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet y CONACyT.

BIBLIOGRAFÍA

1. Santillán González, Alfredo J., Hernández Cervantes, Liliana y Franco, José. (2004) "Simulaciones numéricas en astrofísica" [en línea]. Revista Digital Universitaria. 10 de mayo de 2004, <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num4/art24/art24.htm> [Consulta: 24 de agosto de 2007].
2. Rodríguez Luciano y Stenborg Guillermo A, (2003) "Eyecciones de masa coronal" [en línea]. Revista Ciencia Hoy, Vol. 13, No. 74, <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy74/eyecciones.htm> [Consulta: 24 de agosto de 2007].
3. Rodríguez Luciano y Stenborg Guillermo A, (2003) "El clima espacial: ¿satélites y astronautas en peligro?" [en línea]. Revista Ciencia Hoy, Vol. 13, No. 74, <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy74/clima.htm> [Consulta: 24 de agosto de 2007].
4. Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), "Gallery: Best of SOHO", <http://sohowww.nascom.nasa.gov/gallery/bestofsoho.html> [Consulta: 24 de agosto de 2007].

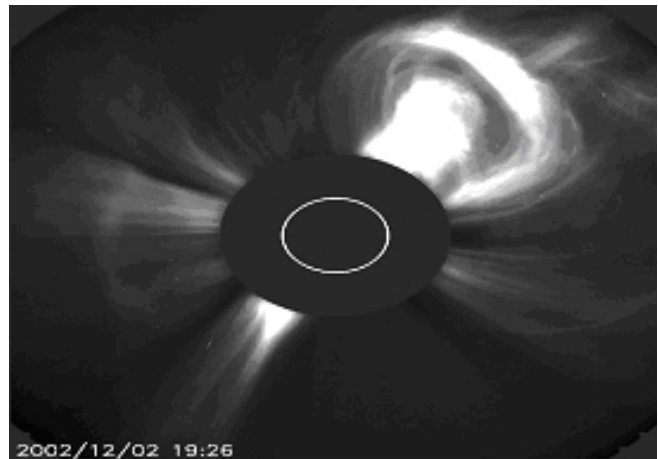


Figura 1. Material gaseoso muy caliente que es expulsado de la superficie del Sol a grandes velocidades y que es conocido como eyección de masa coronal [2] observado por la nave espacial SOHO [4] utilizando el coronógrafo LASCO C2 el 2 de diciembre de 2002 (Cortesía SOHO NASA-ESO)

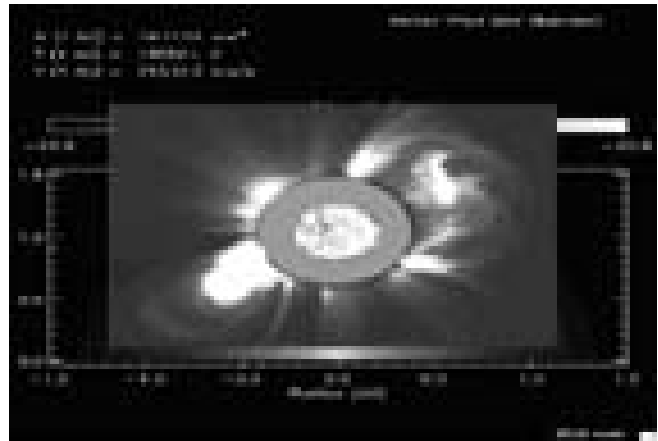


Figura 2. La imagen muestra una simulación numérica de la estructura de una perturbación solar al momento de llegar a la Tierra. Esta perturbación representa a una gran cantidad de plasma (gas ionizado a muy alta temperatura) que fue lanzando de la superficie del Sol a grandes velocidades. La simulación producida por el Observatorio Virtual Solar Mexicano (<http://mvso.astrosu.unam.mx>).



FORO ESTATAL DE EDUCACIÓN Y CULTURA DEL AGUA EN SONORA POR UN PROGRAMA ESTATAL DE EDUCACION Y CULTURA DEL AGUA

RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ, ISELA SAMANIEGO R.

El 29 de marzo de 2007, varias organizaciones se dieron cita para analizar y conocer las experiencias exitosas y proyectos realizados para fortalecer la educación y la cultura del agua en el Estado de Sonora. La temática causó gran interés la comunidad, po que el agua en Sonora es un problema grave. Del evento surgieron propuestas muy interesantes como la constitución de la Red Estatal de Educación y Cultura del Agua, así como sentar las bases para avanzar en programa en esta materia y elaborar un sistema de información.

RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ
División de ingeniería
pacheco@correom.uson.mx
ISELA SAMANIEGO R.
Comisión Nacional del Agua
isela.samaniego@cna.gob.mx

El agua es recurso natural más importante para la subsistencia de la humanidad, sin embargo, cada vez es más difícil tener acceso a este importante líquido en calidad y cantidad. En el Estado de Sonora este recurso tiende a agotarse por varias causas: sobreexplotación, uso irracional, malos hábitos, cambio climático, etcétera. El recurso hídrico es fundamental para el desarrollo económico y social del estado, y desde luego, para la vida. El problema del agua es complejo, de la misma magnitud se debe darse la respuesta pues es un bien público que aunque renovable, tiende a agotarse, sobre todo por el uso irracional y por falta de políticas públicas que garantice su uso sustentable.

El uso racional y sustentable del agua es responsabilidad de toda la población, por lo que la División de Ingeniería de la Universidad de Sonora en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora, decidieron convocar un foro que aportara elementos para trabajar coordinadamente los diversos sectores de la sociedad: instituciones de educación de todos los niveles, dependencias de gobierno (federales, estatales y municipales), sector privado, organizaciones sociales, medios de comunicación. Es así como se acordó realizar el primer foro de Educación y Cultura del Agua con la finalidad de conocer las experiencias, actividades exitosas, proyectos que realizados y los resultados obtenidos y avanzar en la elaboración de un programa estatal que incluirá líneas estratégicas, organización, coordinación en educación y cultura.

EJES TEMÁTICOS DE LA CONVOCATORIA

- Experiencias y proyectos en promoción de la educación y la cultura en el sector educativo.
- Educación no formal en cultura del agua.
- Programas estratégicos de dependencias gubernamentales.
- Proyectos de cultura del agua y desarrollo sustentable en el sector productivo.
- Los medios de comunicación (radio, prensa, televisión, (Internet) en la cultura del agua.
- Investigaciones en torno a la cultura del agua y la sociedad.
- Experiencias familiares sobre el cuidado y ahorro del agua
- Estrategias para elaborar un programa estatal de cultura y educación del agua para fortalecer la coordinación de los sectores.

TÍTULOS DE PONECIAS Y CARTELES

- Vida en una gota
- Programa estatal de educación y cultura del agua en Sonora
- Multitud de pequeñas soluciones con apoyo financier
- “Agua que no haz de beber.”
- Una experiencia escolar de los estudiantes de sociología en la comunidad de San Pedro
- Identificación de componentes que promueven el uso adecuado del agua: el caso de una población con nivel educativo alto
- Propuesta de la Red de Educación y Cultura del Agua en Sonora
- Espacio Móvil de Cultura del Agua en Sonora



- Análisis de la Estructura Tarifaria del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Caborca.
- Aprovechamiento del Agua Residual de Bebederos para riego de plantas de sombra en las escuelas del municipio de Huatabampo
- El uso irracional del agua en los hoteles Alumna Regina Paola Molina Rivera
- Programa Cultural del Agua, escuelas primarias y telesecundaria de Baviácora, Sonora.
- “La Triste historia de un Río”: La deterioración del Río Tancochin; Veracruz, Ver.
- Programa Integral para el Rescate del Río Mayo
- Gasto del agua en el hogar y propuestas para el cuidado de ella
- La Educación como futuro del agua
- Participación institucional y familiar en las escuelas de educación básica para el manejo adecuado del agua y prevención de enfermedades de origen hídrico
- Tecnologías de observación terrestre y de comunicación aplicados para la gestión del agua para uso agrícola: Proyecto PLEIADeS
- Patrulla del Agua, Empalme, Sonora
- Programa Cultura del Agua del Espacio Municipal del Agua, OOMAPAS de S.L.R.C
- Hermosillo, una ciudad sedienta
- Un Chorro de agua
- Espacios de cultura del agua en el estado de Sonora
- Conservación del suelo y captura del agua en el área natural protegida de la sierra de Alamos y Río Cuchujaqui
- Medición del consumo de Agua en Instituciones Escolares
- Agua, principal fuente de desarrollo social y económico
- Apoyo didáctico para la cultura del agua
- Agua en la Minería
- Educación, Legislación y Política en el Rescate de Cuencas Hidrológicas de Sonora. Propuesta de un Museo del agua en Sonora.
- Cultura del Agua
- Recomendaciones para el uso eficiente del agua

PÁRTICIPANTES

- Asistieron alrededor de 400 personas al evento.
- Municipios y localidades participantes: San Luis Río Colorad, Baviácora, Empalme, Hermosillo, Caborca, Navojua, Obregón Nacozari, Cananea, Cumpas, Guaymas, Magdalena, Carbó, Moctezuma, Mazocahui, San José de Bavácora, la Aurora, Huatabampo, Ures, Rayón, Etchojoa, Puerto Peñasco, Mazatán y Hermosillo.
- Escuelas: Universidad de Sonora, Colegio Muñoz, Secundaria Técnica 72, 18,26, Abelardo L Rodríguez, Lázaro Cárdenas. primarias Felipe Carrillo, Avaro Obregón, Cuitlahuac,

Telesecundaria 237, Colegio Alerce, Cedart, D.G.TA., CBETA 161, ITH, Col. Larrrea, Cecati 64, CESUES, Taes, Prevocacional.

- Instituciones: Organismos Operadores del Agua de Hermosillo, IMTA, I.S.A.P. CONAGUA, CIAD, Vida AC., INEGI, PROSAL, CIESA, CEDES, SEMARNAT, CONANP, PROFECO, Asociación de Geohidrología, Consultoría Ambiental, CIAD, Unión de Usuarios, Asociación Estatal de Padres de Familia, La Burbuja, Museo del Niño, Pepsi Cola, Colegio Muñoz, SOMEDICYT Delegación Sonora.



COMITÉ ORGANIZADOR

Resalta la integración del Comité Organizador, gracias a su participación y el trabajo en equipo fue posible la realización del Foro.

Universidad de Sonora (División de Ingeniería), Comisión Nacional del Agua, CEDES, SEMARNAT, Secretaría de Educación y Cultura, Comisión Estatal del Agua, Organismo Operador, Agua de Hermosillo, Asociación de Geohidrológica, PROFEPA, La Burbuja (Museo del Niño), Colegio Muñoz, SOMEDICYT (Delegación Sonora).

RESULTADOS DEL FORO

- Se constituyó la Red de Educación y Cultura del Agua del Estado de Sonora con la finalidad de integrar esfuerzos, realizar proyectos, actividades, establecer líneas de comunicación e información entre personas, organismos, etcétera, en beneficio de la educación y cultura de la sociedad.

- Entre la primera actividad se acuerda elaborar un catálogo de programas y proyectos existentes relacionados con la educación y la cultura del agua.

- Elaborar un directorio de las personas que tengan experiencias en torno a la educación y cultura del agua para generar acciones específicas.

- Elaborar un catálogo de la oferta potencial que puede brindarse a través de la Red, por ejemplo: oferta de cursos, talleres, exposiciones, etcétera, que pudieran impartirse a los diversos sectores de la sociedad con énfasis en el educativo.

- Elaborar un catálogo de publicaciones como libros, revistas, folletos, tesis profesionales existentes en el estado y que pueda ser de beneficio de la sociedad.

- Elaborar un catálogo de proyectos de comunicación como: audiovisuales existentes (radio, video, etcétera) y que puedan ser compartidos.

- Elaborar una página Web de la Red.

- Producir un programa de radio semanal en coordinación con la Universidad de Sonora, la Secretaría de Educación y Cultura, El Colegio Muñoz y la Comisión Nacional del Agua.

ESPECTATIVAS A FUTURO

Los más significativo del Foro es que se logró integrar a los principales sectores de la sociedad en un objetivo común: avanzar en la constitución de un programa estatal de educación y cultura del agua, esto permitió sentar las bases de análisis y de colaboración más amplia: sector académicos, sector privado y sector gubernamental.

Con la diversidad de ponencias se crea una primera base de datos para avanzar en la integración de experiencias exitosas en materia de educación y cultura del agua.

Se les invita a que sean parte de este foro, el cual se mantiene abierto para recibir opiniones, actividades y eventos por realizar, cursos de capacitación etcétera. También los invitamos a que conozcan las ponencias expuestas en el foro en la página Web de la División de Ingeniería: www.ingenierias.uson.mx. Para mayores informes favor de dirigirse con:

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez.

Correo electrónico: pacheco@correom.uson.mx, o bien, Isela Samaniego R.

Correo electrónico: isela.samaniego@cna.gob.mx de CONAGUA.

EL HORNO DE MICROONDAS. ¿CÓMO FUNCIONA?

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS

Un adelanto tecnológico que se ha popularizado en los últimos tiempos, lo es el horno de microondas, que utiliza esta radiación para proporcionarles energía cinética (energía de movimiento) de vibraciones a las moléculas del agua presente en los alimentos. Un alimento deshidratado (completamente seco) no puede ser calentado por esta vía.

Como es sabido, todas las sustancias se componen de moléculas y éstas de átomos que están dispuestos en ciertas posiciones en donde vibran de una manera natural, alrededor de un punto de equilibrio, influyendo el movimiento de unos en los demás y dando por resultado la vibración de las moléculas. Este fenómeno podríamos visualizarlo, pensando que todas las moléculas se ligan unas con otras por medio de pequeños resortes, de tal manera que el movimiento de una perturba a las demás, perturbación que depende de la rigidez de los pequeños resortes, como es lógico.

Todas las moléculas tienen su modo natural de vibración (frecuencia natural de vibración), así que para que se trasmita de una manera eficiente la energía de la radiación incidente, ésta debe tener una frecuencia coincidente con aquella (frecuencia resonante). Para entender esto último, supongamos el caso de un niño en un columpio, el cual tiene una frecuencia (número de vaivenes por cada segundo) y una amplitud (la mayor distancia alcanzada a partir de la posición vertical del columpio) en sus oscilaciones. Si queremos que cada vez llegue más lejos el columpio debemos aplicarle la fuerza (empujarlo) en los tiempos precisos, es decir, debemos de entrar en resonancia con el columpio.

De la misma manera, para hacer vibrar con una mayor amplitud las moléculas de agua deben aplicarse ondas electromagnéticas que puedan entrar en resonancia con ellas, tales como aquellas de la radiación infrarroja.

Emiliano Salinas Covarrubias
Correo electrónico: esalinas@fisica.uson.mx
Departamento de Física, Universidad de Sonora, México

Precisamente, la radiación que nos llega del sol, de una flama o de cualquiera otra fuente calorífica nos da la sensación de calor al depositar su energía en las moléculas de agua de nuestra piel. Sin embargo, esta radiación es absorbida superficialmente y no tiene, por lo tanto, una gran penetración.

Por esta razón se utiliza para el calentamiento y la cocción de alimentos, en tiempos de exposición relativamente largos, ya que la energía debe transmitirse a las moléculas más alejadas de la fuente de calor por medio de la conducción y de la convección.

Aunque hay traslape entre los diferentes tipos de ondas, aproximadamente el intervalo de frecuencias de las microondas es de mil millones de hertz (ciclos o vibraciones en un segundo) hasta trescientos mil millones de hertz o sea de 1 a 300 gigahertz; la radiación infrarroja va de los 300 gigahertz hasta los 400 000 gigahertz y enseguida se encuentra la luz visible desde los 400 000 gigahertz hasta los 800 000 gigahertz.

De hecho, sólo la radiación infrarroja puede entrar en resonancia con las moléculas de agua haciendo muy eficiente la transferencia de energía, por lo cual se le llama radiación térmica. En cambio, el intervalo de frecuencias de las microondas está por debajo de estos valores, pero se hace uso de otros fenómenos, que enseguida se describen, para lograr el fin buscado.

Las moléculas de los diferentes compuestos se forman de dos maneras: por enlace iónico o por enlace covalente polar: el enlace iónico se tiene cuando un átomo de un elemento pierde electrones, convirtiéndose en un ión positivo, y otro átomo gana electrones para convertirse en un ión negativo, con lo que se crea una fuerza electrostática de atracción que los obliga a unirse formando una molécula; el enlace covalente se tiene cuando dos o más átomos comparten algunos de sus electrones de su capa exterior, siendo polar cuando las cargas positivas y las negativas por separado se concentran en algunos átomos de la molécula (en este caso se tiene un dipolo eléctrico); y no polar cuando esta concentración no se da.

Las moléculas de agua, formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, son naturalmente dipolos eléctricos debido a que las cargas negativas se concentran en el átomo de oxígeno y las positivas en los átomos de hidrógeno.

Aunque las frecuencias de las microondas son muy pequeñas para alcanzar la frecuencia natural de vibración de las moléculas de agua, el campo eléctrico de tales ondas electromagnéticas produce un alineamiento de aquéllas. Debido a este alineamiento, algunas moléculas sufren una fuerza de rotación (torca) que da como resultado un aumento en la energía potencial que al liberarse se convierte en energía cinética de vibración que perturba su entorno, aumentando la amplitud de vibración y con ello produciendo calor.

Hay que destacar tres hechos:

*El recipiente se calienta, no por las microondas sino por el calor conducido desde la comida que contiene.

*La superficie de la comida no adquiere el color café, debido a que la temperatura alcanzada no rebasa aquella del punto de ebullición del agua.

*No deben utilizarse recipientes metálicos ya que reflejan las microondas y pueden dañar la fuente que las genera.

El propósito de este material es la divulgación de la ciencia y la tecnología: circúlalo, cópialo, intercámbialo, coleccionalo





LA LUCIÉRNAGA AMARILLA

RICARDO RODRÍGUEZ MIJANGOS

William Otto Cork estaba absorto, sentado en su escritorio cristalino estilo modernista, como hipnotizado, ante el gigantesco ventanal de su oficina, los claros ojos azules los tenía clavados en el inmenso vacío, entre los altos edificios, vacío doloroso que ya estaba acostumbrado a observar, pero en ese momento, con gran nostalgia le recordaba la inapreciable vista que tanto le fascinaba: los destellantes reflejos, que en esa hora del atardecer volaban desde las innumerables ventanas de las Torres Gemelas, orgullo de New York. Aunque su oficina era pequeña, le había costado una fortuna, pero aun así, había pagado un precio por debajo de su precio nominal, debido a sus contactos en la actividad a que se dedicaba, corredor de bienes inmuebles. Las Torres Gemelas no sólo le habían proporcionado un excelente panorama, sino jugosos negocios con los ocupantes de muchas de las oficinas de la dupla de edificios, el piso 89 de la Torre I había sido especialmente generoso en los dividendos, acrecentando sus cuentas bancarias. En su actividad en los bienes raíces, por mas de veinte años se había ganado una merecida reputación de eficiencia. Ésta no se circunscribía a New York y sus

Dedicado a mis más queridos lectores: Ani, Riky e Ili

RICARDO RODRÍGUEZ MIJANGOS
 Doctor en Física,
 Departamento de Investigación en Física
 Correo: mijangos@cajeme.cifus.uson.mx
 Derechos Reservados por el Autor R. Antonio Rodríguez

suburbios en New Jersey, sino pretendía, conforme avanzaba la globalización, ser su negocio a nivel mundial, pero a excepción de unos hoteles que había vendido en las Bahamas y la de un inmenso terreno en las playas de Cancún, su actividad fuera de América se concentraba en Londres en donde había vendido varios departamentos adaptados con alta tecnología, así como algunos castillos en los alrededores de la city; esto le trajo a la memoria su último viaje, apenas la semana anterior, en la cual un príncipe árabe le había obligado a viajar a Londres necesariamente ese día para cerrar un trato, teniendo agendada ya una entrevista con un nervioso ejecutivo de una empresa de Detroit, que le urgía una oficina. A pesar de la diligente atención de Mary, su eficiente asistente ejecutiva y única empleada, no pudo retener al cliente, ya que quería hacer el trato únicamente con el Director, en este caso con él, así buscó otra Agencia.

Hacia pocos años, esto no hubiera sucedido, en situaciones similares, el Concorde de la British Airways le había permitido atender los dos asuntos, los alrededor de \$10000.00 US, que pagaba por el vuelo redondo, eran una bagatela, en relación con las ganancias que le producía estar casi simultáneamente, el mismo día a ambos lados del Atlántico, le gustaba abordarlo cada vez que podía en el esbelto y hermoso pájaro plateado que también le permitía llegar directo a París; tenía la impresión de ser casi un astronauta, al observar por la estrecha ventanilla, cuando el letrero al frente de los pasajeros marcaba MACH 2, el oscuro perfil semicircular de la tierra, rodeado de un halo tornasol.

Recargada su redonda y grisácea cabeza en el mullido sillón ejecutivo, reflexionaba sobre lo paradójico que resultaba recordar el futuro, un futuro que prometía un avión de pasajeros que se desplazaba a grandes alturas a dos veces la velocidad del sonido y en un gran espacio vacío céntrico de la ciudad, tener los dos más altos edificios que esbeltos y hermosos se alzaban orgullosos hacia el cielo, delgados por los costados y anchos por el frente, que en esas horas, en que la noche descendía, se convertían en un inmenso tablero de cuadros iluminados con otros tantos oscuros. Los inmensos tableros titilaban, apagándose unos y encendiéndose otros, a intervalos impredecibles, como si estuvieran enviando un mensaje cifrado a quien conociera el código, era como una alucinación, ahora que ya había caído la noche. En realidad veía unas luces lejanas y el hueco que observaba media hora antes se había convertido en un oscuro y ominoso agujero, un agujero negro del cual no podía desprender la vista, como si los rayos de luz fueran tenues hilos, ligados a su vista, que al ser engullidos dentro del agujero tiraran de sus ojos; perdió la noción del tiempo y se sintió

absorbido por las tinieblas, repentinamente cabeceó y movió bruscamente sus brazos para apoyarse en el reluciente cristal de su escritorio. Los sensores de movimiento de su oficina encendieron las luces indirectas que se deslizaron instantáneamente por las niveas paredes, así pudo quitar la vista del monstruoso agujero y la posó en la fotografía de sus tres hijos y su ex-esposa, que le recordaron tiempos mejores. Uno de ellos estaba haciendo su Doctorado en Física, los otros dos estaban a la mitad de sus estudios universitarios. En el otro lado del escritorio, estaba una foto de él, sonriente, al lado del Tablero del Concorde, marcando MACH 2, era una imagen del futuro, cuando pasajeros comunes puedan desplazarse de New York a Londres en 3 horas y minutos, volando a dos veces la velocidad del sonido, era otra alucinación, otro recuerdo del futuro, ya que actualmente en el 2007 no había un avión semejante, tenía la sensación de que eran recuerdos del pasado, pero era ilógico, los edificios más altos y luminosos y los aviones de pasajeros más veloces que cruzaran el cielo en lo más alto tendrían que ser del futuro, no del pasado, la copiosa bebida que compartió con unos potenciales clientes, lo tenían confundido.



Pensativo, manteniendo la sensación de haber estado observando un inmenso agujero negro, recordó el libro *History of Time*, fue un Best Seller a fines de los ochenta del siglo pasado, se volvió una especie de “souvenir” en bufetes de abogados y ejecutivos de Wall Street, se vendió hasta en algunas tiendas de la 5a. Avenida que no eran librerías. Aparentemente fascinaba el paralítico científico inglés, que únicamente movía dos dedos para controlar su silla de ruedas y el tablero de computadora, convenientemente colocado. La fotografía que promovía el libro era parte de la mercadotecnia, un luminoso rostro, con su rubia sonrisa, contrastaba con su delgado cuerpo, embarrado en un extremo de su silla de ruedas, una mente pura, pensando sobre la naturaleza de los agujeros negros y los orígenes y misterios del universo. Su libro era un intento de divulgar sus conocimientos. Tal vez no lo hubiera leído sino fuera por su hijo Anthony, que después de leerlo se interesó más por la Física que la Ingeniería, que antes estaba considerando cursar, finalmente estudió Física en la Universidad. Recordaba vagamente la mención de Hawking, el científico paralítico, sobre los agujeros negros y la distorsión que producían del tiempo por su intenso campo gravitacional, estando definido el tiempo a lo largo de una línea, era de una dimensión, pero al doblarse invadía otra; sin embargo, al parecer se requerían dos dimensiones para manejarlo matemáticamente. Como un artificio, había introducido un tiempo imaginario para darle otra coordenada al tiempo, por lo menos, así lo había entendido él, en consecuencia podría

torcerse el tiempo y podría el futuro redireccionarse hacia el pasado. Anthony le había comentado tanto algunos temas del libro que se le había grabado cierta terminología, típica de la ciencia. Se volteó a observar el ominoso agujero negro y sacudió la cabeza, tonterías de lego, si hubiera un monstruo gravitacional capaz de torcer el tiempo y convertir el futuro en pasado, también torcería drásticamente el espacio, ya que el espacio-tiempo era un entramado único, tal como lo había demostrado Einstein en los albores del siglo pasado, la afectación también del espacio le impediría estar plácidamente sentado en su confortable sillón atisbando la negra oscuridad, se sintió muy cansado, la noche avanzaba inexorable, necesitaba irse a descansar, tomar un taxi y partir hacia su departamento, con vista al Central Park, donde lo esperaban sus dos gatos de angora.

Se levantó y fue al lavabo, se enjuagó la grisácea melena con agua helada, vigorosamente se secó con la toalla, se acomodó la corbata azul intenso, su favorita. Salió al pasillo, estaba en uno de los pisos más altos del edificio, desde el cual podía tomar el taxi. Mientras caminaba por el pasillo, iluminado en los extremos por una lechosa luz, otra vez tuvo la sensación de estar en un tiempo que no le correspondía, como si la lógica de que el mundo había cambiado, no le fuera satisfactoria, mas bien sentía que había cambiado de mundo. Recordó que en una de sus pláticas con Anthony le había comentado, que algunos científicos, a través de rigurosas teorías, consideraban la posibilidad de Universos paralelos. Recordaba en especial un artículo en *Scientific American*, donde planteaban esta posibilidad: ¿no sería una mejor explicación a su sensación de estar en un futuro que parecía pasado? estar en un Universo paralelo. Absorto con ese pensamiento, llegó al paradero del piso, había uno cada cinco pisos, colocó su pulgar en el sensor que le abrió el acceso a la iluminada y transparente cabina.

En una charla de café escuchó en un comedor de la Universidad, acompañando a Anthony, a unos estudiantes de una mesa vecina, discutir sobre una especulación acerca de que la complicada topología de todos los accesos a elevadores, de todos los accesos a cabinas de taxis o de un conjunto suficientemente grande de espacios equivalentes de la gran ciudad podía provocar que en uno solo de esos espacios, una fluctuación lo traslapara con el espacio de un Universo paralelo afín, convirtiéndose en un portal para trasladarse a éste. Había pulsado el botón que convocaría al Taxi más cercano, el cual lo recogería. No tardó en visualizar una lucecilla amarilla que se aproximaba, un rayo de luz sobresalía sobre una sombra ovalada, debajo de la cual estaba la cabina para el conductor y espacio para dos pasajeros, el Volksburg flotó suavemente y la cabina se enganchó al paradero. Un tesorero alemán se empeñó en construir un zepelín de bolsillo, dejando atrás las inmensas ballenas flotantes, que surcaron el Atlántico y que desaparecieron tras la tragedia del Hildenburg, aprovechando materiales elásticos y muy resistentes, llenos de gas totalmente incombustible, ensambló una ligera cabina, ubicada abajo de un globo en forma de balón de foot ball americano, dotándolo de dos pequeñas hélices verticales movidos por silenciosos motores eléctricos y giroscopios computarizados, revolucionó la transportación urbana en las grandes ciudades. Los taxis estaban pintados con una pintura amarilla fosforescente que en la noche creaba una luminiscencia a su alrededor. Desde la calle observando hacia arriba, parecían una miríada de luciérnegas amarillas.

Al quedar ensamblado el taxi, se abrió la puerta corrediza y William Otto se internó en la oscuridad de su cabina. Cuando partió del paradero, un empleado rezagado accedió a éste y vio a la luciérnega amarilla, que siguiendo carriles delimitados por invisibles rayos infrarrojos, flotaba entre el desfiladero simulado por dos altos edificios y lentamente ascendiendo sobre éstos desaparecía en la negra noche.



PROGRAMAS DE POSGRADO DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE SONORA

POSGRADOS EN CIENCIA DE MATERIALES

Opciones: Maestría y Doctorado en Materiales con líneas de investigación en:

- Química supramolecular
- Polímeros electroconductores
- Semiconductores inorgánicos
- Química del estado sólido
- Nanomateriales

Objetivo

Formar personal de alto nivel académico y autonomía para llevar a cabo en forma eficiente las actividades de generación, aplicación y difusión de conocimiento de frontera en el área de ciencia de materiales.

Mayores informes

Coordinadora del programa Dra. Catalina Cruz Vázquez
E-mail: cathy@correom.uson.mx
Edificio 3-G Unidad Regional Centro, UNISON
Teléfono (662) 259 21 61 y fax (662) 259 22 16

POSGRADOS DE INGENIERÍA CIVIL

Opciones: Maestría y Especialidad con líneas terminales de investigación en:

- Construcción
- Valuación

Objetivo

Formar personal del mas alto nivel académico y profesional en el campo de la construcción y la valuación, capaz de realizar investigación para generar nuevos conocimientos o desarrollos que contribuyan a la solución de problemas de interés regional y nacional.

Mayores informes

Coordinador del programa: Dr. Juan Arcadio Saiz Hernández
E-mail: isaiz@dicym.uson.mx
Edificio 12-A, Unidad Regional Centro, UNISON.
Teléfono: (662) 259 21 83 y fax: (662) 259 21 84

POSGRADOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Opciones: Maestría y Especialidad con líneas terminales de investigación en:

- Ingeniería de calidad
- Producción
- Sistemas de información

Objetivo

Formar recurso humano orientado para entender, analizar y resolver problemas complejos dentro de las organizaciones dedicadas a la producción de bienes y servicios.

Mayores informes

Coordinador: M.C Ignacio Fonseca Chon
E-mail: ifonseca@industrial.uson.mx
Edificio 5-M y 5-K Unidad Regional Centro, UNISON
Teléfono: (662) 259 21 57 y fax (662) 259 22 53
web: www.ingeniería.uson.mx

POSGRADOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

Opciones: Maestría y Especialidad con líneas terminales de investigación en:

- Procesos químicos
- Procesos biotecnológicos
- Procesos ambientales
- Procesos energéticos
- Procesos metalúrgicos

Objetivo

Formar personal del mas alto nivel académico y profesional en ingeniería química y sus campos afines, capaz de realizar desarrollos que contribuyan a la solución de problemas de interés nacional.

Mayores informes

Coordinador del programa: Dr. Manuel Pérez Tello
E-mail: mperez@iq.uson.mx
Web: www.posci.iq.uson.mx
Edificio 5-I Unidad Regional Centro, UNISON.
Teléfono y fax: (662) 259 21 07

ESPECIALIDAD EN DESARROLLO SUSTENTABLE

Objetivo

Coadyuvar con la sociedad en la transición hacia estilos de vida más sustentables, mediante la formación de profesionistas con una perspectiva holística y ética; con los conocimientos y habilidades para planear, implantar y evaluar intervenciones que conlleven a fortalecer un sistema de producción sustentable en la región.

Mayores informes

Coordinador del programa: M.C. Jesús Alberto Platt Carrillo
E-mail: Aplat@industrial.uson.mx
Edificio 5-O Unidad Regional Centro, UNISON
Teléfono: (662) 259 22 52 y fax: (662) 259 22 53